

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)



DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIEE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets ⁶ : C12N 15/53, 15/11, 15/82, 9/02, A01H 5/00		A1	(11) Numéro de publication internationale: WO 97/12982
(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR96/01544		(43) Date de publication internationale: 10 avril 1997 (10.04.97)	
(22) Date de dépôt international: 3 octobre 1996 (03.10.96)		(74) Mandataires: DEMACHY, Charles etc.; Grosset-Fournier & Demachy S.A.R.L., 103, rue La Fayette, F-75481 Paris Cedex 10 (FR).	
(30) Données relatives à la priorité: 95/11623 3 octobre 1995 (03.10.95) FR		(81) Etats désignés: CA, JP, US, brevet européen (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).	
(71) Déposants (pour tous les Etats désignés sauf US): CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE [FR/FR]; 3, rue Michel-Ange, F-75016 Paris (FR). INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE [FR/FR]; 147, rue de l'Université, F-75338 Paris Cedex 07 (FR).		Publiée Avec rapport de recherche internationale. Avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si de telles modifications sont reçues.	
(72) Inventeurs; et (75) Inventeurs/Déposants (US seulement): BOUDET, Alain-Michel [FR/FR]; 18, rue Caubère, F-31400 Toulouse (FR). PICHON, Magalie [FR/FR]; En Peyroulié, F-31450 Fourquevaux (FR). GRIMA-PETTENATI, Jacqueline [FR/FR]; Rue de la Halle, F-31450 Fourquevaux (FR). BECKERT, Michel [FR/FR]; 11, rue des Bartissoux, F-63800 Coumon d'Auvergne (FR). GAMAS, Pascal [FR/FR]; 23, rue du Mont-Vallier, F-31240 l'Union (FR). BRIAT, Jean-François [FR/FR]; 116, rue de la Grange, F-34980 Saint-Clément-de-Rivière (FR).			

(54) Title: DNA SEQUENCES CODING FOR A CINNAMOYL CoA REDUCTASE, AND APPLICATIONS THEREOF IN THE CONTROL OF LIGNIN CONTENTS IN PLANTS

(54) Titre: SEQUENCES D'ADN CODANT POUR UNE CINNAMOYL CoA REDUCTASE, ET LEURS APPLICATIONS DANS LE DOMAINE DE LA REGULATION DES TENEURS EN LIGNINES DES PLANTES

(57) Abstract

The present invention relates to any DNA sequence comprising as a coding region all or part of the nucleotidic sequence coding for a mRNA coding for a cinnamoyl CoA reductase (CCR) in lucern and/or corn, or all or part of the nucleotide sequence complementary of the latter and coding for an antisense mRNA susceptible of hybridizing with said mRNA. The invention also relates to the use of said sequences for implementing processes for the regulation of lignin biosynthesis in plants.

(57) Abrégé

La présente invention concerne toute séquence d'ADN comprenant à titre de région codante, tout ou partie de la séquence nucléotidique codant pour un ARNm codant pour une cinnamoyl CoA réductase (CCR) chez la luzerne et/ou le maïs, ou tout ou partie de la séquence nucléotidique complémentaire de ces dernières et codant pour un ARNm antisens susceptible de s'hybrider avec l'ARNm susmentionné. L'invention vise également l'utilisation des séquences susmentionnées pour la mise en œuvre de procédés de régulation de la biosynthèse de lignines chez les plantes.

UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AT	Arménie	GB	Royaume-Uni	MW	Malawi
AT	Autriche	GE	Géorgie	MX	Mexique
AU	Australie	GN	Guinée	NE	Niger
BB	Barbade	GR	Grèce	NL	Pays-Bas
BE	Belgique	HU	Hongrie	NO	Norvège
BF	Burkina Faso	IE	Irlande	NZ	Nouvelle-Zélande
BG	Bulgarie	IT	Italie	PL	Pologne
BJ	Bénin	JP	Japon	PT	Portugal
BR	Brésil	KE	Kenya	RO	Roumanie
BY	Bélarus	KG	Kirghizistan	RU	Fédération de Russie
CA	Canada	KP	République populaire démocratique de Corée	SD	Soudan
CF	République centrafricaine	KR	République de Corée	SE	Suède
CG	Congo	KZ	Kazakhstan	SG	Singapour
CH	Suisse	LJ	Liechtenstein	SI	Slovénie
CI	Côte d'Ivoire	LK	Sri Lanka	SK	Slovaquie
CM	Cameroun	LR	Libéria	SN	Sénégal
CN	Chine	LT	Lithuanie	SZ	Swaziland
CS	Tchécoslovaquie	LU	Luxembourg	TD	Tchad
CZ	République tchèque	LV	Lettonie	TG	Togo
DE	Allemagne	MC	Monaco	TJ	Tadjikistan
DK	Danemark	MD	République de Moldova	TT	Trinité-et-Tobago
EE	Estonie	MG	Madagascar	UA	Ukraine
ES	Espagne	ML	Mali	UG	Ouganda
FI	Finlande	MN	Mongolie	US	Etats-Unis d'Amérique
FR	France	MR	Mauritanie	UZ	Ouzbékistan
GA	Gabon			VN	Viet Nam

SEQUENCES D'ADN CODANT POUR UNE CINNAMOYL CoA REDUCTASE, ET LEURS APPLICATIONS DANS LE DOMAINE DE LA REGULATION DES TENEURS EN LIGNINES DES PLANTES.

5

La présente invention a pour objet l'utilisation de séquences d'ADN codant pour une cinnamoyl CoA réductase (CCR) chez les plantes, ou de tout fragment de ces séquences, ou encore de toute séquence dérivée de ces dernières, ou de leurs séquences complémentaires, dans le cadre de la mise en oeuvre de procédés de régulation du taux de lignine chez les plantes.

10 La lignine est un polymère aromatique hétérogène complexe qui imperméabilise et renforce les parois de certaines cellules des plantes.

15 La lignine est formée par polymérisation de radicaux libres dérivant de monolignols tels que les alcools paracoumarylique, coniférylique et sinapyllique (Higuchi, 1985, in *Biosynthesis and degradation of wood components* (T. Higuchi, ed), Academic Press, Orlando, FL, pp. 141-160).

20 Les lignines présentent une grande variation dans leur contenu relatif en monolignols, en fonction des espèces, et des différents tissus au sein d'une même plante.

25 Cette variation est probablement due et contrôlée par les différentes activités et spécificités de substrats, des enzymes nécessaires à la biosynthèse des monomères de la lignine (Higuchi, 1985, susmentionné).

30 Au-delà de son rôle dans la structure et le développement des plantes, la lignine représente un composant majeur de la biomasse terrestre et revêt une grande importance économique et écologique (Brown, 1985, *J. Appl. Biochem.* **7**, 371-387; Whetten and Sederoff, 1991, *Forest Ecology and Management*, **43**, 301-316).

35 Sur le plan de l'exploitation de la biomasse, il convient tout d'abord de noter que la lignine est un facteur limitant de la digestibilité et du rendement nutritionnel des plantes fourragères. En effet, il est clairement démontré que la digestibilité des plantes fourragères par les ruminants, est inversement proportionnelle à la teneur en lignines de ces plantes, la nature des lignines étant également un facteur déterminant dans ce phénomène (Buxton and Roussel, 1988, *Crop. Sci.*, **28**, 553-558; Jung and Vogel, 1986, *J. Anim. Sci.*, **62**, 1703-1712).

40 Parmi les principales plantes fourragères chez lesquelles il serait intéressant de diminuer les teneurs en lignines, on peut citer: luzerne, fétuque, maïs, fourrage utilisé en ensilage...

Notons également que des teneurs en lignines élevées sont en partie responsables de la qualité limitée des tourteaux de tournesol destinés à l'alimentation du bétail, et de la diminution des capacités germinatives de certaines semences dans le domaine de l'horticulture.

On peut souligner également que la lignification intense qui se produit lors de la conservation des organes végétaux après récolte, rend rapidement impropres à la consommation des productions telles que l'asperge, l'igname, les carottes, etc...

Par ailleurs, il convient de noter également que plus de 50 millions de tonnes de lignines sont extraites de la matière ligneuse chaque année dans le cadre de la production de la pâte à papier dans l'industrie papetière. Cette opération d'extraction nécessaire à l'obtention de la cellulose est énergétiquement coûteuse et secondairement polluante à travers les composés chimiques mis en jeu pour l'extraction et que l'on retrouve dans l'environnement (Dean and Eriksson, 1992, Holzforschung, 46, 135-147; Whetten and Sederoff, 1991, susmentionné).

Réduire les proportions en lignines (qui selon les espèces, représentent de 20 à 30% de la matière sèche) de quelques pour cents (2 à 5%), représenterait un gain de rendement, une économie substantielle (produits chimiques) et contribuerait à l'amélioration de l'environnement (réduction des pollutions). Etant donné les échelles d'utilisation de la matière ligneuse, ces retombées auraient des répercussions extrêmement importantes. Dans ce cas, les espèces concernées pourraient être le peuplier, l'eucalyptus, l'*Acacia mangium*, le genre *Casuarina* et l'ensemble des angiospermes et gymnospermes utilisés pour la production de pâte à papier.

Il est clair que, dans les deux domaines considérés, la réduction des taux de lignines doit être modérée pour conserver à la plante (ou à l'arbre) ses caractéristiques de rigidité et son architecture normale puisque les lignines qui consolident les parois cellulaires jouent un rôle important dans le maintien du port dressé des végétaux.

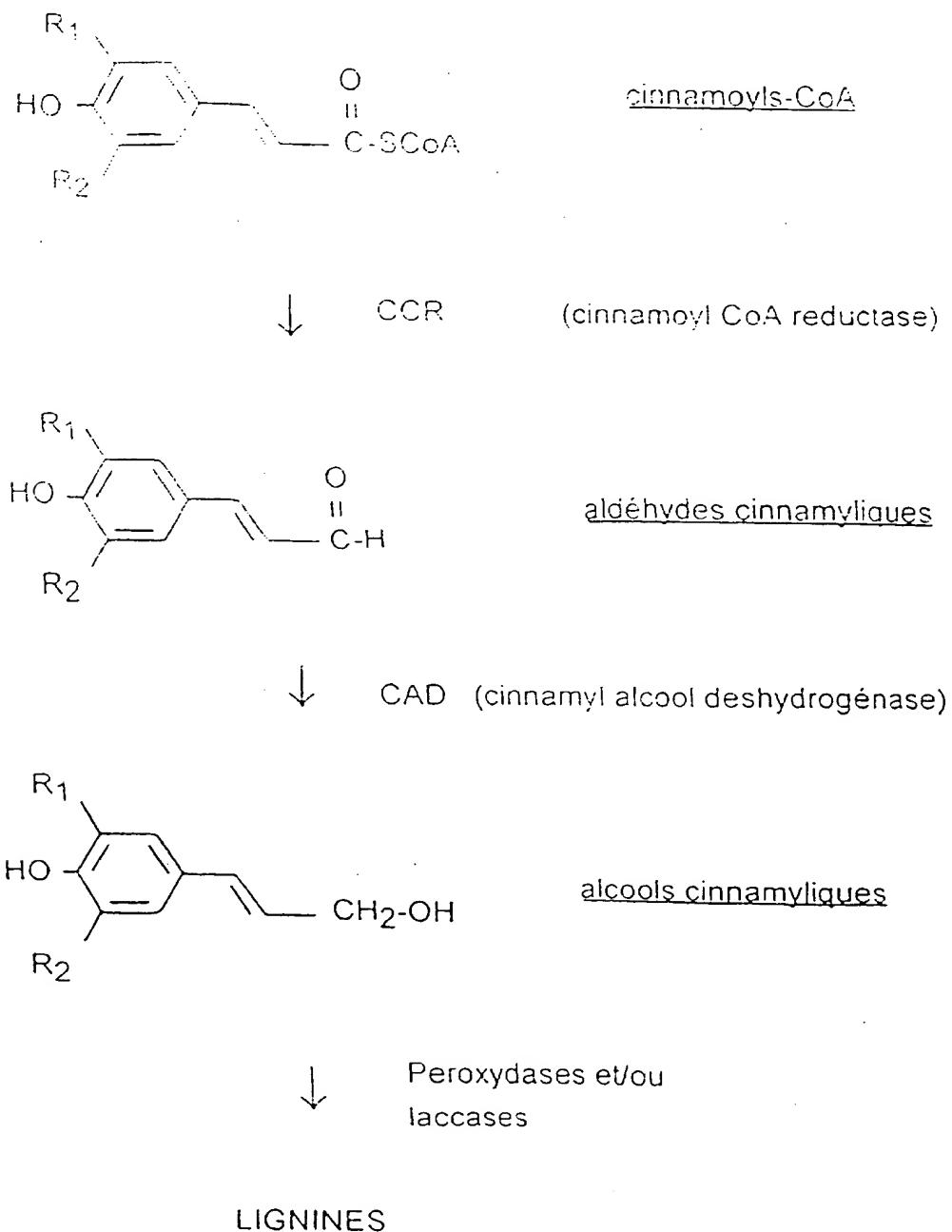
Les variations naturelles dans les teneurs en lignines observées dans la nature pour une même espèce (écart pouvant aller jusqu'à 6-8% de la masse sèche entre individus) autorisent les diminutions évoquées plus haut.

La résistance à la dégradation de la lignine, de même que les difficultés que l'on rencontre dans le cadre de son extraction, sont probablement dues à la structure complexe de ce polymère constitué de liaisons éther et carbone-carbone entre les monomères, ainsi qu'aux nombreuses liaisons chimiques existant entre la lignine et d'autres composants de la paroi cellulaire (Sarkanen and Ludwig, 1971, in Lignins: Occurrence, Formation, Structure and

- 3 -

Reactions (K.V. Sarkanen and C.H. Kudwig eds) New York: Wiley - Interscience, pp. 1-18).

Partant des cinnamoyls-CoA, la biosynthèse des lignines chez les plantes, est effectuée de la manière suivante:



Une approche, par voie de génie génétique, pour tenter de réduire le taux de lignines chez les plantes, consisterait à inhiber la synthèse d'une des enzymes de la chaîne de la biosynthèse de ces lignines indiquées ci-dessus.

Une technique particulièrement appropriée dans le cadre d'une telle approche, est celle de l'utilisation d'ARNm antisens susceptible de s'hybrider avec l'ARNm codant pour ces enzymes, et par conséquent, d'empêcher, pour le moins partiellement, la production de ces enzymes à partir de leur ARNm correspondant.

Un telle stratégie antisens, réalisée à l'aide du gène codant pour la CAD chez le tabac, a fait l'objet de la demande de brevet européen n° 584 117, décrivant l'utilisation d'ARNm antisens susceptible d'inhiber la production de lignines chez les plantes en s'hybridant à l'ARNm codant pour la CAD chez ces plantes.

Les résultats au niveau des plantes ainsi transformées démontrent une réduction de l'activité de la CAD, mais paradoxalement, les teneurs en lignines ne montrent pas d'évolution. Des études complémentaires indiquent que les lignines de plantes transformées sont différentes des lignines témoins, car les aldéhydes cinnamyliques sont directement incorporés dans le polymère lignine.

L'un des buts de la présente invention est précisément celui de fournir un procédé permettant de réguler efficacement les teneurs en lignines dans les plantes, soit dans le sens d'une diminution sensible de ces teneurs par rapport aux teneurs normales dans les plantes, soit dans le sens d'une augmentation de ces teneurs.

Un autre but de la présente invention est de fournir les outils pour la mise en oeuvre d'un tel procédé, et plus particulièrement des constructions utilisables pour la transformation de plantes.

Un autre but de la présente invention est de fournir des plantes transformées génétiquement, notamment des plantes fourragères susceptibles d'être mieux digérées que les plantes non transformées, ou encore des plantes ou arbres transformés pour la production de la pâte à papier, et dont l'extraction des lignines serait facilitée et moins polluante que dans le cas d'arbres non transformés.

Un autre but de la présente invention est celui de fournir des plantes transformées davantage résistantes à des attaques de l'environnement, notamment à des attaques parasitaires, que ne le sont les plantes non transformées, ou encore des plantes transformées de plus grande taille, ou de taille plus réduite (que celle des plantes non transformées).

- 5 -

La présente invention a pour objet l'utilisation de séquences nucléotidiques recombinantes contenant une (ou plusieurs) région(s) codante(s), cette (ces) région(s) codante(s) étant constituée(s) d'une séquence nucléotidique choisie parmi les suivantes:

5 - la séquence nucléotidique représentée par SEQ ID NO 1, codant pour un ARNm, cet ARNm codant lui-même pour la cinnamoyl CoA réductase (CCR) de luzerne représentée par SEQ ID NO 2.

10 - la séquence nucléotidique représentée par SEQ ID NO 3, codant pour un ARNm, cet ARNm codant lui-même pour la CCR de maïs représentée par SEQ ID NO 4.

15 - un fragment de la séquence nucléotidique représentée par SEQ ID NO 1, ou de celle représentée par SEQ ID NO 3, ce fragment codant pour un fragment de la CCR représentée par SEQ ID NO 2 ou pour un fragment de la CCR représentée par SEQ ID NO 3, respectivement, ce fragment de CCR présentant une activité enzymatique équivalente à celle des deux CCR susmentionnées.

20 - la séquence nucléotidique complémentaire de celle représentée par SEQ ID NO 1 ou SEQ ID NO 3, cette séquence complémentaire codant pour un ARNm antisens susceptible de s'hybrider avec l'ARNm codé par les séquences SEQ ID NO 1 et SEQ ID NO 3, respectivement,

25 - un fragment de la séquence nucléotidique complémentaire de celle représentée par SEQ ID NO 1 ou SEQ ID NO 3, ce fragment de séquence codant pour un ARNm antisens susceptible de s'hybrider avec l'ARNm codant lui-même pour la CCR représentée par SEQ ID NO 2, ou avec l'ARNm codant lui-même pour la CCR représentée par SEQ ID NO 4, respectivement,

30 - la séquence nucléotidique dérivée de la séquence représentée par SEQ ID NO 1 ou SEQ ID NO 3, notamment par mutation et/ou addition, et/ou suppression, et/ou substitution d'un ou plusieurs nucléotides, cette séquence dérivée codant soit pour un ARNm codant lui-même pour la CCR représentée par SEQ ID NO 2 ou SEQ ID NO 4 respectivement, ou pour un fragment ou une protéine dérivée de ces dernières, ce fragment ou protéine dérivée présentant une activité enzymatique équivalente à celle desdites CCR chez les plantes,

35 - la séquence nucléotidique dérivée de la séquence nucléotidique complémentaire susmentionnée, ou du fragment de cette séquence complémentaire tel que décrit ci-dessus, par mutation et/ou addition, et/ou suppression, et/ou substitution d'un ou plusieurs nucléotides, cette séquence dérivée codant pour un ARNm antisens susceptible de s'hybrider avec un des ARNm susmentionnés.

pour la transformation de cellules végétales en vue de l'obtention de plantes transgéniques au sein desquelles la biosynthèse des lignines est régulée soit dans le sens d'une augmentation, soit dans le sens d'une diminution des teneurs en lignines produites, par rapport aux teneurs normales en lignines produites chez les plantes, et/ou dans le sens d'une modification de la composition des lignines produites par lesdites plantes transgéniques par rapport aux lignines produites chez les plantes non transformées, notamment par mise en oeuvre d'un des procédés, décrits ci-après, de régulation de la quantité de lignine chez les plantes.

10 Par "séquence nucléotidique dérivée", dans ce qui précède et ce qui suit, on entend toute séquence présentant au moins environ 50% (de préférence au moins 70%) de nucléotides homologues à ceux de la séquence dont elle dérive.

15 Par "protéine dérivée" dans ce qui précède et ce qui suit, on entend toute protéine présentant au moins environ 50% (de préférence au moins 70%) d'acides aminés homologues à ceux de la protéine dont elle dérive.

La présente invention a plus particulièrement pour objet toute séquence d'ADN, caractérisée en ce qu'elle comprend à titre de région codante:

20 - la séquence nucléotidique représentée par SEQ ID NO 1, codant pour un ARNm, cet ARNm codant lui-même pour la CCR représentée par SEQ ID NO 2, ou

- un fragment de la séquence nucléotidique susmentionnée, ce fragment codant pour un fragment de la CCR représentée par SEQ ID NO 2, ce fragment de CCR présentant une activité enzymatique équivalente à celle de la CCR susmentionnée, ou

25 - toute séquence nucléotidique dérivée de la séquence représentée par SEQ ID NO 1 susmentionnée, ou d'un fragment tel que décrit ci-dessus de cette séquence, notamment par mutation et/ou addition, et/ou suppression, et/ou substitution d'un ou plusieurs nucléotides, cette séquence dérivée codant pour un ARNm codant lui-même pour la CCR représentée par SEQ ID NO 2, ou pour une protéine dérivée de cette dernière et présentant une activité enzymatique équivalente à celle de ladite CCR chez les plantes.

30 La présente invention a plus particulièrement pour objet toute séquence d'ADN, caractérisée en ce qu'elle comprend à titre de région codante:

35 - la séquence nucléotidique représentée par SEQ ID NO 3, codant pour ARNm, cet ARNm codant lui-même pour la CCR représentée par SEQ ID NO 4, ou

- un fragment de la séquence nucléotidique susmentionnée, ce fragment codant pour un fragment de la CCR représentée par SEQ ID NO 4, ce

- 7 -

fragment de CCR présentant une activité enzymatique équivalente à celle de la CCR susmentionnée, ou

5 - toute séquence nucléotidique dérivée de la séquence représentée par SEQ ID NO 3, susmentionnée, ou d'un fragment tel que décrit ci-dessus de cette séquence, notamment par mutation et/ou addition, et/ou suppression, et/ou substitution d'un ou plusieurs nucléotides, cette séquence dérivée codant pour un ARNm codant lui-même pour la CCR représentée par SEQ ID NO 4, ou pour une protéine dérivée de cette dernière et présentant une activité enzymatique équivalente à celle de ladite CCR chez les plantes.

10 Par protéine présentant une activité enzymatique équivalente à celle des CCR présentes chez les plantes, et plus particulièrement des CCR représentées par SEQ ID NO 2 et SEQ ID NO 4, on entend toute protéine possédant une activité CCR telle que mesurée selon la méthode de Luderitz et Grisebach publiée dans Eur. J. Biochem. (1981), 119: 115-127.

15 A titre d'illustration, cette méthode est réalisée par mesure spectrophotométrique de l'activité réductrice de la protéine (CCR ou dérivée), en suivant la disparition des cinnamoyl CoA à 366 nm. La réaction se déroule à 30°C, pendant 2 à 10 minutes. La composition du milieu réactionnel est la suivante: tampon phosphate 100 mM, pH 6.25, 0,1 mM NADPH, 70 µM Feruloyl CoA, 5 à 100 µl d'extrait enzymatique dans un volume total de 500 µl.

20 L'invention a également pour objet toute séquence d'ADN, caractérisée en ce qu'elle comprend à titre de région codante:

25 - la séquence nucléotidique complémentaire de celle représentée par SEQ ID NO 1, cette séquence complémentaire codant pour un ARNm antisens susceptible de s'hybrider avec l'ARNm codant lui-même pour la CCR représentée par SEQ ID NO 2, à savoir l'ARNm codé par la séquence représentée par SEQ ID NO 1, ou codé par une séquence dérivée de cette dernière, telle que définie ci-dessus, ou

30 - un fragment de la séquence complémentaire susmentionnée, ce fragment de séquence codant pour un ARNm antisens susceptible de s'hybrider avec l'ARNm codant lui-même pour la CCR représentée par SEQ ID NO 2, tel que défini ci-dessus, ou

35 - toute séquence nucléotidique dérivée de la séquence complémentaire susmentionnée, ou du fragment de cette séquence complémentaire tel que décrit ci-dessus, notamment par mutation et/ou addition, et/ou suppression, et/ou substitution d'un ou plusieurs nucléotides, cette séquence dérivée codant pour un ARNm antisens susceptible de s'hybrider avec l'ARNm susmentionné.

La présente invention a plus particulièrement pour objet toute séquence d'ADN, caractérisée en ce qu'elle comprend à titre de région codante:

- la séquence nucléotidique complémentaire de celle représentée par

SEQ ID NO 3, cette séquence complémentaire codant pour un ARNm antisens susceptible de s'hybrider avec l'ARNm codant lui-même pour la CCR représentée par SEQ ID NO 4, à savoir l'ARNm codé par la séquence représentée par SEQ ID NO 3, ou codé par une séquence dérivée de cette dernière, telle que définie ci-dessus, ou

10 - un fragment de la séquence complémentaire susmentionnée, ce fragment de séquence codant pour un ARNm antisens susceptible de s'hybrider avec l'ARNm codant lui-même pour la CCR représentée par SEQ ID NO 4, tel que défini ci-dessus, ou

15 - toute séquence nucléotidique dérivée de la séquence complémentaire susmentionnée, ou du fragment de cette séquence complémentaire tel que décrit ci-dessus, notamment par mutation et/ou addition, et/ou suppression, et/ou substitution d'un ou plusieurs nucléotides, cette séquence dérivée codant pour un ARNm antisens susceptible de s'hybrider avec l'ARNm susmentionné.

Il va de soi que les séquences représentées par SEQ ID NO 1 et SEQ ID NO 3, les séquences complémentaires, les séquences dérivées et les fragments de séquences de l'invention mentionnées ci-dessus, doivent être pris en considération comme étant représentées dans le sens $5' \rightarrow 3'$.

20 Ainsi, le premier nucléotide d'une séquence complémentaire dans le sens $5' \rightarrow 3'$ telle que décrite ci-dessus, est le complément du dernier nucléotide de la séquence dans le sens $5' \rightarrow 3'$ codant pour une CCR (ou fragment de CCR ou protéine dérivée), le second nucléotide de cette séquence complémentaire est le complément de l'avant-dernier nucléotide de la séquence codant pour une CCR, et ainsi de suite, jusqu'au dernier nucléotide de ladite séquence complémentaire qui est le complément du premier nucléotide de la séquence codant pour une CCR.

25 L'ARNm codé par la séquence complémentaire susmentionnée est tel que, lorsque cet ARNm est représenté dans le sens $5' \rightarrow 3'$, son premier nucléotide correspond au dernier nucléotide de la séquence codant pour une CCR, et donc s'hybride avec le dernier nucléotide de l'ARNm codé par cette dernière, tandis que son dernier nucléotide correspond au premier nucléotide de la séquence codant pour une CCR, et donc s'hybride avec le premier nucléotide de l'ARNm codé par cette dernière.

30 Ainsi, on entend par ARNm antisens dans ce qui précède et ce qui suit, tout ARNm codé par la susdite séquence complémentaire et représenté dans le sens inverse ($3' \rightarrow 5'$) du sens dans lequel est représenté l'ARNm codé par la

séquence codant pour une CCR (ou fragment de CCR ou protéine dérivée), ce dernier ARNm étant encore désigné ARNm sens ($5' \rightarrow 3'$).

Le terme d'ARN antisens s'adresse donc à une séquence d'ARN complémentaire de la séquence en bases de l'ARN messager, le terme complémentaire devant être compris en ce sens que chaque base (ou une majorité de bases) de la séquence antisens (lue dans le sens $3' \rightarrow 5'$) est capable de s'apparier avec les bases correspondantes (G avec C, A avec U) de l'ARN messager (séquence lue dans le sens $5' \rightarrow 3'$).

La stratégie des ARN antisens, dans le cadre de la présente invention, est une approche moléculaire particulièrement adaptée à l'objectif d'une modulation des taux de lignines des plantes. L'ARN antisens est un ARN produit par la transcription du brin d'ADN non codant (brin non-sens).

Cette stratégie antisens est plus particulièrement décrite dans le brevet européen n° 240 208.

On pense que l'inhibition de la synthèse d'une protéine selon la stratégie antisens, en l'occurrence de la CCR dans le cas présent, est la conséquence de la formation d'un duplex entre les deux ARN complémentaires (sens et antisens) empêchant ainsi la production de la protéine. Le mécanisme cependant reste obscur. Le complexe ARN-ARN peut interférer soit avec une transcription ultérieure, soit avec la maturation, le transport ou la traduction ou bien encore conduire à une dégradation de l'ARNm.

Une combinaison de ces effets est également possible.

L'invention concerne également tout ARNm codé par une séquence d'ADN selon l'invention, et plus particulièrement:

- l'ARNm codé par la séquence d'ADN représentée par SEQ ID NO 1, ou codé par un fragment ou une séquence dérivée tels que définis ci-dessus, ledit ARNm étant susceptible de coder à son tour pour la CCR présente chez la luzerne, telle que représentée par SEQ ID NO 2, ou pour un fragment de cette CCR ou une protéine dérivée tels que définis ci-dessus.

- l'ARNm codé par la séquence d'ADN représentée par SEQ ID NO 3, ou codé par un fragment ou une séquence dérivée tels que définis ci-dessus, ledit ARNm étant susceptible de coder à son tour pour la CCR présente chez le maïs, telle que représentée par SEQ ID NO 4, ou pour un fragment de cette CCR ou une protéine dérivée tels que définis ci-dessus.

L'invention a également pour objet tout ARNm antisens, tel que défini ci-dessus, caractérisé en ce qu'il comprend des nucléotides complémentaires de la totalité ou d'une partie seulement des nucléotides constituant un ARNm tel que décrit ci-dessus selon l'invention, ledit ARNm antisens étant susceptible de s'hybrider (ou de s'apparier) avec ce dernier.

5 A ce titre, l'invention vise plus particulièrement les ARNm antisens codés par des séquences d'ADN selon l'invention, comprenant au moins une région de 50 bases homologues à celles d'une région des séquences complémentaires des séquences d'ADN susmentionnées de l'invention.

10 Il n'y a pas de limite supérieure de taille pour les séquences d'ADN codant pour un ARN antisens selon l'invention; elles peuvent être aussi longues que celles du messager normalement produit dans les cellules, voire aussi longues que la séquence d'ADN génomique codant pour l'ARNm de la CCR.

15 Avantageusement, de telles séquences d'ADN codant pour un ARN antisens selon l'invention, comprennent entre environ 100 et environ 1000 paires de bases.

20 L'invention a plus particulièrement pour objet toute séquence antisens comprenant un (ou plusieurs) ARNm antisens tel(s) que décrit(s) ci-dessus, ou fragment(s) de cet (ces) ARNm antisens, et une (ou plusieurs) séquence(s) correspondant à un (ou plusieurs) domaine(s) catalytique(s) d'un ribozyme.

25 A ce titre, l'invention vise plus particulièrement toute séquence antisens telle que décrite ci-dessus, comprenant le domaine catalytique d'un ribozyme flanqué de part et d'autre par des bras d'environ 8 bases complémentaires des séquences bordant un motif GUX (X représentant C, U ou A) comprises dans l'un des ARNm de l'invention décrits ci-dessus (encore désignés ARN cibles) (Haseloff J., et Gerlach W. L., 1988, *Nature*, 334: 585-591).

30 L'invention concerne également toute séquence d'ADN susceptible de coder pour une séquence antisens telle que décrite ci-dessus comprenant au moins un domaine catalytique d'un ribozyme lié à un ou plusieurs ARNm antisens de l'invention, ou fragment(s) d'ARNm antisens (avantageusement des fragments d'environ 8 bases tels que décrits ci-dessus).

35 L'invention a plus particulièrement pour objet:

- tout ARNm antisens, tel que décrit ci-dessus, caractérisé en ce qu'il est codé par la séquence nucléotidique complémentaire de celle représentée par SEQ ID NO 1, ledit ARNm antisens étant susceptible de s'hybrider avec l'ARNm codé par la séquence d'ADN représentée par SEQ ID NO 1,

- tout ARNm antisens, tel que décrit ci-dessus, caractérisé en ce qu'il est codé par la séquence nucléotidique complémentaire de celle représentée par SEQ ID NO 3, ledit ARNm antisens étant susceptible de s'hybrider avec l'ARNm codé par la séquence d'ADN représentée par SEQ ID NO 3.

35 L'invention concerne également les polypeptides recombinants codés par les séquences d'ADN de l'invention, lesdits polypeptides recombinants présentant une activité enzymatique équivalente à celle des CCR chez les

plantes, et plus particulièrement les CCR recombinantes codées par les séquences représentées par SEQ ID NO 1 et SEQ ID NO 3, ou par des séquences dérivées de ces dernières selon l'invention.

L'invention a plus particulièrement pour objet les polypeptides recombinants, et notamment les CCR recombinantes, tels qu'obtenus par transformation de cellules végétales en intégrant de façon stable dans leur génome, une séquence nucléotidique recombinante telle que définie ci-après, contenant une séquence d'ADN selon l'invention, notamment à l'aide d'un vecteur tel que décrit ci-après.

Par l'expression "polypeptides recombinants", on doit entendre toute molécule possédant une chaîne polypeptidique susceptible d'être produite par génie génétique, par l'intermédiaire d'une phase de transcription de l'ADN du gène correspondant, ce qui conduit à l'obtention d'ARN qui est par la suite transformé en ARNm (par suppression des introns), ce dernier étant ensuite traduit par les ribosomes, sous forme de protéines, le tout étant effectué sous contrôle d'éléments de régulation appropriés à l'intérieur d'une cellule hôte. Par conséquent, l'expression "polypeptides recombinants" utilisée n'exclut pas la possibilité que lesdits polypeptides comprennent d'autres groupements, tels que les groupements glycosylés.

Bien entendu, le terme "recombinant" indique que le polypeptide a été produit par génie génétique, car il résulte de l'expression, dans un hôte cellulaire approprié, de la séquence nucléotidique correspondante qui a été auparavant introduite dans un vecteur d'expression utilisé pour transformer ledit hôte cellulaire. Toutefois, ce terme "recombinant" n'exclut pas la possibilité que le polypeptide soit produit par un procédé différent, par exemple par synthèse chimique classique selon les méthodes connues utilisées pour la synthèse de protéines, ou par clivage protéolytique de molécules de plus grande taille.

L'invention concerne plus particulièrement la CCR telle que présente dans les cellules de luzerne et représentée par SEQ ID NO 2 ou la CCR telle que présente dans les cellules de maïs et représentée par SEQ ID NO 4, lesdites CCR étant telles qu'obtenues sous forme essentiellement pure par extraction et purification à partir de luzerne ou de maïs, ou toute protéine dérivée de ces dernières, notamment par addition, et/ou suppression, et/ou substitution d'un ou plusieurs acides aminés, ou tout fragment issu desdites CCR ou de leurs séquences dérivées, lesdits fragments et séquences dérivées étant susceptibles de posséder une activité enzymatique équivalente à celle des CCR susmentionnées.

5 L'invention a également pour objet les séquences nucléotidiques codant pour la CCR représentée par SEQ ID NO 2 ou SEQ ID NO 4, ou toute séquence dérivée ou fragment de ces dernières, tels que définis ci-dessus, lesdites séquences nucléotidiques étant caractérisées en ce qu'elles correspondent à tout ou partie des séquences représentées par SEQ ID NO 1 ou SEQ ID NO 3 respectivement, ou à toute séquence dérivée de ces dernières par dégénérescence du code génétique, et étant néanmoins susceptibles de coder pour les CCR ou séquence dérivée ou fragment de ces dernières, tels que définis ci-dessus.

10 L'invention vise également les complexes formés entre les ARNm antisens, tels que décrits ci-dessus, et les ARNm selon l'invention, susceptibles de coder pour tout ou partie d'une CCR chez les plantes.

15 L'invention a plus particulièrement pour objet le complexe formé entre l'ARNm codé par la séquence SEQ ID NO 1 et l'ARNm antisens codé par la séquence complémentaire de la séquence SEQ ID NO 1, ainsi que le complexe formé entre l'ARNm codé par la séquence SEQ ID NO 3 et l'ARNm antisens codé par la séquence complémentaire de la séquence SEQ ID NO 3.

20 L'invention a plus particulièrement pour objet toute séquence nucléotidique recombinante (ou ADN recombinant), caractérisée en ce qu'elle comprend au moins une séquence d'ADN selon l'invention, choisie parmi celles décrites ci-dessus, ladite séquence d'ADN étant insérée dans une séquence hétérologue.

25 L'invention concerne plus particulièrement toute séquence nucléotidique recombinante telle que décrite ci-dessus, comprenant, à titre de région codante, la séquence nucléotidique représentée par SEQ ID NO 1, ou par SEQ ID NO 3, ou tout fragment ou une séquence nucléotidique dérivée de ces dernières, tels que définis ci-dessus, lesdites séquences nucléotidiques ou ledit fragment étant insérés dans une séquence hétérologue, et étant susceptibles de coder pour la CCR représentée par SEQ ID NO 2, ou par SEQ ID NO 4 respectivement, ou pour un fragment de ces CCR, ou pour une protéine dérivée de ces dernières, tels que définis ci-dessus.

30 L'invention concerne plus particulièrement encore, toute séquence nucléotidique recombinante comprenant, à titre de région codante, une séquence nucléotidique complémentaire de celle représentée par SEQ ID NO 1, ou par SEQ ID NO 3, ou tout fragment ou toute séquence nucléotidique dérivée de cette séquence complémentaire, tels que définis ci-dessus, lesdites séquences complémentaires ou ledit fragment étant insérés dans une séquence hétérologue, et étant susceptibles de coder pour un ARNm antisens capable de s'hybrider avec tout ou partie de l'ARNm codant pour une

CCR chez les plantes, et plus particulièrement avec tout ou partie de l'ARNm codant pour la CCR représentée par SEQ ID NO 2, ou par SEQ ID NO 4.

Les ADN recombinants selon l'invention sont davantage caractérisés en ce qu'ils comprennent les éléments nécessaires pour réguler l'expression de la séquence nucléotidique codant pour une CCR, ou de sa séquence complémentaire codant pour un ARNm antisens selon l'invention, notamment un promoteur et un terminateur de la transcription de ces séquences.

Parmi les différents promoteurs susceptibles d'être utilisés dans les constructions d'ADN recombinants selon l'invention, on peut citer:

- le promoteur endogène contrôlant l'expression de la CCR chez une plante, notamment le promoteur situé en amont de la séquence d'ADN représentée par SEQ ID NO 5 codant chez l'eucalyptus pour la CCR représentée par SEQ ID NO 6, ou

- des promoteurs de type constitutif à forte expression, exemples: ^{35}S CAMV (décrit dans Benfey et al. (1990), EMBO J., 9 (6), 1677-1684), EF1 α (promoteur du gène d'un facteur d'elongation dans la synthèse protéique décrit par Curie et al. (1991), Nucl. Acids Res., 19, 1305-1310),

- des promoteurs de type spécifique à expression particulière dans des tissus individuels, exemples: promoteur CAD (décrit par Feuillet C. (1993), Thèse de l'Université de Toulouse III), promoteur GRP 1-8 (décrit par Keller et Baumgartner, (1991), Plant Cell., 3, 1051-1061) à expression dans des tissus vasculaires spécifiques.

L'invention concerne également toute séquence nucléotidique recombinante telle que décrite ci-dessus, et comprenant également à titre de région codante au moins une séquence nucléotidique codant pour tout ou partie d'un ARNm codant lui-même pour une autre enzyme que la CCR, qui se trouve être impliquée dans une étape de la biosynthèse des lignines chez les plantes, notamment l'ARNm codant pour l'alcool cinnamylique deshydrogénase (CAD), ou comprenant également à titre de région codante au moins une séquence nucléotidique codant pour tout ou partie d'un ARNm antisens susceptible de s'hybrider avec l'ARNm susmentionné, notamment avec l'ARNm codant pour la CAD.

Les séquences nucléotidiques recombinantes susmentionnées de l'invention sont avantageusement obtenues à partir de vecteurs dans lesquels sont insérées les séquences d'ADN codant pour une enzyme nécessaire à la biosynthèse des lignines chez les plantes.

Les vecteurs susmentionnés sont digérés à l'aide d'enzymes de restriction appropriées afin de récupérer lesdites séquences d'ADN qui s'y trouvent insérées.

Ces dernières sont ensuite insérées en aval d'un promoteur approprié, et en amont d'un terminateur approprié de l'expression, au sein des ADN recombinants selon l'invention.

5 L'invention vise plus particulièrement les ADN recombinants comprenant la séquence représentée par SEQ ID NO 1 ou celle représentée par SEQ ID NO 3, tels qu'obtenus par digestion de vecteurs susmentionnés, récupération de la séquence d'ADN de l'invention et insertion de cette dernière dans le sens 5' → 3', au sein d'une séquence d'ADN hétérologue comprenant un promoteur et un terminateur de l'expression de ladite séquence.

10 L'invention a également plus particulièrement pour objet les ADN recombinants comprenant la séquence complémentaire de la séquence représentée par SEQ ID NO 1, ou de celle représentée par SEQ ID NO 3, tels qu'obtenus par digestion de vecteurs susmentionnés, récupération de la séquence d'ADN de l'invention, et insertion de cette dernière en sens inverse, c'est-à-dire dans le sens 3' → 5', au sein d'une séquence d'ADN hétérologue comprenant un promoteur et un terminateur de l'expression de la séquence complémentaire.

15 A titre d'exemple de terminateur utilisable dans de telles constructions, on peut citer l'extrémité 3' du gène de la nopaline synthase d'*Agrobacterium tumefaciens*.

20 Ainsi, d'une manière générale, les séquences nucléotidiques recombinantes selon l'invention, contenant une séquence d'ADN codant pour une CCR (ou fragment de CCR ou protéine dérivée), et/ou d'autres enzymes nécessaires à la biosynthèse des lignines, sont obtenues par récupération de ladite séquence d'ADN à partir des vecteurs susmentionnés, et insertion de cette séquence dans la séquence hétérologue, tandis que les séquences nucléotidiques recombinantes contenant une séquence d'ADN codant pour un ARNm antisens selon l'invention, sont obtenus par récupération de la séquence d'ADN susmentionnée et insertion en sens inverse de cette dernière dans ladite séquence hétérologue.

25 A titre d'illustration, on peut utiliser tout ou partie de l'ADN complémentaire (ADNc) représenté par SEQ ID NO 1 ou SEQ ID NO 3, pour la construction des ADN recombinants susmentionnés, ou bien tout ou partie du clone génomique correspondant à une CCR (qui correspond aux ADNc susmentionnés + d'éventuels introns). Ce clone génomique peut être obtenu en utilisant les ADNc comme sondes pour cribler une banque génomique, cette dernière étant elle-même obtenue suivant la méthode décrite par Sambrook, Fritsch et Maniatis, Molecular Cloning Laboratory Manual, Cold Spring Harbour Laboratory Press, 1989.

- 15 -

5 L'invention a également pour objet tout vecteur recombinant, utilisable pour la transformation de plantes, caractérisé en ce qu'il comprend une séquence nucléotidique recombinante choisie parmi celles décrites ci-dessus, selon l'invention, intégrée dans l'un des sites de son génome non essentiels pour sa réPLICATION.

10 Parmi les vecteurs recombinants susmentionnés utilisables pour la transformation de plantes, on peut citer: les vecteurs binaires dérivés de pBIN 19 (Bevan et al., (1984), Nucl. Acids Res., 12 (22), 8711-8721).

15 Des exemples de construction de vecteurs recombinants selon l'invention sont décrits dans la description détaillée qui suit de l'invention.

15 La présente invention a également pour objet un procédé de régulation de la biosynthèse des lignines chez les plantes, soit par diminution, soit par augmentation des quantités de lignines produites, par rapport aux quantités normales de lignines produites chez ces plantes, ledit procédé comprenant une étape de transformation de cellules de ces plantes à l'aide d'un vecteur contenant:

20 - la séquence nucléotidique représentée par SEQ ID NO 1 ou par SEQ ID NO 3 ou un fragment des séquences nucléotidiques susmentionnées, ce fragment codant pour un ARNm, cet ARNm codant lui-même pour un fragment d'une CCR chez les plantes, ce fragment de CCR présentant une activité enzymatique équivalente à celle de la CCR représentée par SEQ ID NO 2 ou par SEQ ID NO 4, ou d'une séquence nucléotidique dérivée des séquences nucléotidiques susmentionnées, ou dérivée du fragment susmentionné, notamment par mutation et/ou addition, et/ou suppression, et/ou substitution d'un ou plusieurs nucléotides, cette séquence dérivée codant pour un ARNm, cet ARNm codant lui-même pour une protéine dérivée présentant une activité enzymatique équivalente à celle de l'une au moins des CCR susmentionnées, ou

25 - une séquence nucléotidique complémentaire de tout ou partie des séquences nucléotidiques représentées par SEQ ID NO 1 ou par SEQ ID NO 3 codant pour un ARNm, ou du fragment de ces séquences, ou de la séquence dérivée de ces derniers, tels que définis ci-dessus, cette séquence complémentaire codant pour un ARNm antisens susceptible de s'hybrider avec l'un des ARNm susmentionnés.

30 ladite transformation étant effectuée notamment à l'aide d'un vecteur tel que décrit ci-dessus.

35 L'invention a plus particulièrement pour objet un procédé de diminution de la quantité de lignines produites par biosynthèse chez les plantes, ce

procédé étant effectué par transformation du génome de ces plantes, en y incorporant:

- au moins une séquence d'ADN selon l'invention telle que décrite ci-dessus, codant pour un ARNm antisens susceptible de s'hybrider avec tout ou partie de l'ARNm codant pour la CCR représentée par SEQ ID NO 2 ou SEQ ID NO 4, ou pour une protéine dérivée de ces dernières telle que définie ci-dessus,

- et, le cas échéant, au moins une séquence d'ADN codant pour un ARNm antisens capable de s'hybrider à un ARNm codant pour une autre enzyme que la CCR, qui se trouve être impliquée dans une étape de la biosynthèse des lignines chez les plantes, notamment l'ARNm codant pour la CAD.

ladite transformation étant réalisée:

- soit à l'aide d'un vecteur recombinant tel que décrit ci-dessus, 15 contenant une séquence d'ADN codant pour un ARNm antisens capable de s'hybrider avec l'ARNm codant pour la CCR ou pour une protéine dérivée, telle que définie ci-dessus, et, le cas échéant, contenant une ou plusieurs séquence(s) d'ADN codant pour un ARNm antisens capable de s'hybrider à un ARNm codant pour une autre enzyme que la CCR telle que définie ci-dessus,

- soit à l'aide de plusieurs vecteurs recombinants dont l'un au moins 20 contient une séquence d'ADN codant pour un ARNm antisens capable de s'hybrider avec l'ARNm codant pour la CCR ou pour une protéine dérivée, telle que définie ci-dessus, tandis que l' (ou les) autre(s) vecteur(s) recombinant(s) contien(nen)t une séquence d'ADN codant pour un ARNm antisens capable de s'hybrider à un ARNm codant pour une autre enzyme que 25 la CCR, telle que définie ci-dessus.

Un autre procédé de diminution de la quantité de lignines produites par biosynthèse chez les plantes, est celui réalisé par transformation du génome de ces plantes, en y incorporant:

- au moins une séquence d'ADN selon l'invention représentée par 30 SEQ ID NO 1 ou SEQ ID NO 3, ou un fragment ou une séquence dérivée de cette dernière, tels que définis ci-dessus,

- et, le cas échéant, au moins une séquence d'ADN codant pour tout ou partie d'une autre enzyme que la CCR, qui se trouve être impliquée dans une étape de la biosynthèse des lignines chez les plantes, notamment une séquence d'ADN codant pour tout ou partie de la CAD,

ladite transformation étant réalisée:

- soit à l'aide d'un vecteur recombinant tel que décrit ci-dessus, 35 contenant la séquence d'ADN selon l'invention susmentionnée, ou un fragment

- 17 -

ou une séquence dérivée de cette dernière, tels que définis ci-dessus, et, le cas échéant, contenant une ou plusieurs séquence(s) d'ADN codant pour tout ou partie d'une enzyme autre que la CCR, telle que définie ci-dessus.

5 soit à l'aide de plusieurs vecteurs recombinants dont l'un au moins contient une séquence d'ADN selon l'invention susmentionnée, ou un fragment ou une séquence dérivée de cette dernière, tels que définis ci-dessus, tandis que l' (ou les) autre(s) vecteur(s) recombinant(s) contien(nen)t une séquence d'ADN codant pour tout ou partie d'une enzyme autre que la CCR, telle que définie ci-dessus.

10 Cette dernière méthode fait appel au mécanisme de co-suppression. La co-suppression a été observée quand des copies du gène endogène ont été introduites dans le génome. Bien que le mécanisme de la co-suppression soit actuellement inconnu, une des hypothèses les plus fréquemment retenue est que la régulation négative de l'expression du gène viendrait de la production 15 d'une faible proportion d'ARN antisens dérivée d'un transgène à travers une lecture du "mauvais" brin du transgène (Grierson et al., Trends Biotech., 9: 122-123).

20 L'invention a également pour objet un procédé de diminution de la quantité de lignines produites par biosynthèse chez les plantes, ce procédé étant réalisé par transformation du génome de ces plantes en y incorporant une séquence d'ADN telle que décrite ci-dessus selon l'invention, codant pour une séquence antisens comprenant un (ou plusieurs) domaine(s) catalytique(s) d'un 25 ribozyme lié(s) à un (ou plusieurs) ARNm antisens, ou fragment(s) d'ARNm antisens de l'invention, ladite transformation étant réalisée à l'aide d'un vecteur recombinant comprenant une séquence nucléotidique recombinante selon l'invention contenant elle-même la séquence d'ADN susmentionnée.

Il est important de noter que les méthodes susmentionnées permettent d'aboutir à des plantes transformées présentant des niveaux différents de réduction de l'activité CCR (selon le niveau d'insertion de la séquence d'ADN codant pour l'ARNm antisens, le nombre de copies de cette séquence d'ADN intégrée dans le génome...), et donc des teneurs en lignines.

30 Le choix des transformants permettra donc une modulation contrôlée des teneurs en lignines compatible avec un développement normal de la plante.

35 D'une manière générale, si l'on considère que la teneur moyenne normale en lignines d'une plante varie entre environ 15% et environ 35% en poids de matière sèche, la réduction de la teneur en lignines résultant de la mise en oeuvre d'un des procédés susmentionnés, est avantageusement telle que les plantes ainsi transformées présentent une teneur moyenne en lignines

variant entre environ 10% et environ 30%, ou encore entre environ 12% et environ 32%.

5 A titre d'illustration, la teneur en lignines d'une plante peut être mesurée selon une variante de la méthode de Johnson et al., (1961), T.A.P.P.I., 44, 793-798, qui est décrite en détail dans Alibert et Boudet (1979), *Physiol. Veg.*, 17 (1), 67-74, et dont les principales étapes sont les suivantes: après obtention d'une poudre alcool benzène contenant les lignines du matériel végétal, les lignines sont solubilisées par le bromure d'acétyle et dosées en fonction de leur absorption dans l'ultraviolet.

10 L'invention vise plus particulièrement l'application des procédés susmentionnés de diminution des teneurs en lignines dans les plantes, à l'obtention de plantes fourragères transformées génétiquement, présentant des teneurs en lignines réduites par rapport aux teneurs normales en lignines chez ces plantes, et dont la digestibilité se trouve être ainsi améliorée par rapport à ces mêmes plantes non transformées.

15 Parmi les principales plantes fourragères susceptibles d'être transformées dans le cadre de la présente invention, on peut citer: la luzerne, la fêtuque, le maïs destiné à l'ensilage, etc...

20 L'invention concerne également l'application des procédés susmentionnés de diminution des teneurs en lignines chez les plantes, à l'obtention de plantes, et plus particulièrement d'arbres, transformés génétiquement, présentant des teneurs en lignines réduites par rapport aux teneurs normales en lignines chez ces plantes, ces plantes ou arbres étant particulièrement avantageux à utiliser dans le cadre de la production de la pâte à papier.

25 Un troisième domaine potentiel d'application des procédés susmentionnés de régulation négative de l'expression du gène de la CCR, concerne la stimulation de la croissance des plantes transformées. Divers arguments soulignent (Sauter et Kende, 1992, *Plant and Cell Physiology*, 33 (8):1089), qu'une lignification précoce et rapide est une frein au grandissement cellulaire et donc à la croissance des végétaux. Ainsi la mise en oeuvre des procédés susmentionnés est susceptible de permettre pour les plantes ainsi transformées à lignification réduite une meilleure croissance et donc de meilleurs rendements.

30 35 L'invention concerne également un procédé d'augmentation de la quantité de lignines produites par biosynthèse chez les plantes, ce procédé étant effectué par transformation du génome de ces plantes, en y incorporant:

- 19 -

- au moins une séquence d'ADN selon l'invention représentée par SEQ ID NO 1 ou SEQ ID NO 3, ou un fragment ou une séquence dérivée de cette dernière, tels que définis ci-dessus.

5 - et, le cas échéant, au moins une séquence d'ADN codant pour tout ou partie d'une autre enzyme que la CCR, qui se trouve être impliquée dans une étape de la biosynthèse des lignines chez les plantes, notamment une séquence d'ADN codant pour tout ou partie de la CAD,

ladite transformation étant réalisée:

10 - soit à l'aide d'un vecteur recombinant tel que décrit ci-dessus, contenant la séquence d'ADN selon l'invention susmentionnée, ou un fragment ou une séquence dérivée de cette dernière, tels que définis ci-dessus, et, le cas échéant, contenant une ou plusieurs séquence(s) d'ADN codant pour tout ou partie d'une enzyme autre que la CCR, telle que définie ci-dessus.

15 - soit à l'aide de plusieurs vecteurs recombinants dont l'un au moins contient une séquence d'ADN selon l'invention susmentionnée, ou un fragment ou une séquence dérivée de cette dernière, tels que définis ci-dessus, tandis que l' (ou les) autre(s) vecteur(s) recombinant(s) contien(n)t une séquence d'ADN codant pour tout ou partie d'une enzyme autre que la CCR, telle que définie ci-dessus.

20 D'une manière générale, toujours si l'on considère que la teneur moyenne normale en lignines d'une plante varie entre environ 15% et environ 35% en poids de matière sèche, l'augmentation de la teneur en lignines résultant de la mise en oeuvre du procédé susmentionné, est avantageusement telle que les plantes ainsi transformées présentent une teneur moyenne en lignines variant entre environ 20% et environ 40%, ou encore entre environ 18% et environ 38%.

25 L'invention vise plus particulièrement l'application du procédé susmentionné d'augmentation des teneurs en lignines dans les plantes (encore désigné procédé de surexpression du gène de la CCR), à l'obtention de plantes transformées génétiquement, présentant des teneurs en lignines augmentées par rapport aux teneurs normales en lignines chez ces plantes, et dont les propriétés de résistance à des attaques de l'environnement, notamment à des attaques parasitaires, se trouvent être ainsi améliorées par rapport à ces mêmes plantes non transformées. Il est particulièrement avantageux dans ce dernier cas, d'utiliser en association avec le gène CCR, ou une séquence dérivée, dans les vecteurs susmentionnés, des promoteurs spécifiques particulièrement exprimés dans les tissus de surface et/ou en réponse à la blessure.

30 Par ailleurs, l'invention concerne également l'application du procédé susmentionné de surexpression du gène de la CCR, à l'amélioration de la

croissance des plantes ainsi transformées génétiquement, notamment dans certains domaines tels que l'horticulture ou l'arboriculture, où il est souhaitable d'obtenir des plantes de dimension réduite.

Enfin, les cycles benzéniques de la lignine ont une plus grande énergie intrinsèque que les chaînes aliphatiques des résidus glucose de la cellulose. Ainsi, l'augmentation de la proportion de lignines chez les végétaux utilisés comme combustibles, selon le procédé susmentionné de l'invention, permet d'améliorer le potentiel énergétique de ces végétaux combustibles ainsi transformés.

Dans les deux cas de régulation négative ou de surexpression de la CCR, il est tout à fait envisageable que la modulation de cette activité se répercute sur la teneur en lignines des plantes transformées. En effet, la CCR dont le niveau d'activité est très bas dans la plante, semble constituer l'enzyme régulatrice de la synthèse des lignines.

S'agissant des techniques de transformation utilisées pour la mise en œuvre d'un des procédés décrits ci-dessus de l'invention, on aura avantagusement recours aux techniques suivantes:

A) La technologie de transformation par l'intermédiaire du plasmide Ti d'*Agrobacterium tumefaciens* décrite par Bevan (1984) Nucleic Acid Research, 12: 8711-8721. Elle fait appel essentiellement à la méthode de co-culture, et fait intervenir une co-transformation avec un gène de sélection pour pouvoir repérer les transformants.

Elle est particulièrement applicable aux dicotylédones, ex.: tabac, luzerne, colza.

B) La technique de transfert direct de gènes par biolistique décrite en détail par (Zumbrum et al., 1989, Technique 1, 204-216; Sanford et al., 1991, Technique 3, 3-16).

Cette technique implique l'association de l'ADN recombinant selon l'invention à des microparticules d'or ou de tungstène qui sont propulsées à l'aide d'un canon à particules sur le tissu à transformer. Elle sera particulièrement appliquée à la transformation d'espèces réfractaires aux agrobactéries.

Dans les deux cas susmentionnés, la vérification de la présence de l'ADN recombinant selon l'invention sera réalisée par des expériences d'hybridation de type southern et d'amplification génique (polymerase chain reaction), à l'aide de sondes et d'amorces oligonucléotidiques issues notamment de la séquence SEQ ID NO 1 ou SEQ ID NO 3.

L'invention concerne également les cellules de plantes transformées par un vecteur selon l'invention, notamment par les techniques décrites ci-dessus.

- 21 -

et comprenant une séquence d'ADN selon l'invention intégrée de façon stable dans leur génome.

L'invention vise également les plantes transformées telles qu'obtenues par culture des cellules transformées susmentionnées.

Les plantes transformées peuvent être ensuite propagées par voie sexuelle ou par voie végétative *in vitro* ou *in natura*.

L'invention a également pour objet les fragments de plantes, notamment fruits, semences, pollen, transformés par incorporation dans leur génome d'une séquence d'ADN selon l'invention, à l'aide des vecteurs recombinants susmentionnés.

10 L'invention concerne également les anticorps dirigés contre les polypeptides recombinants de l'invention, et plus particulièrement ceux dirigés contre les CCR recombinantes susmentionnées.

15 De tels anticorps peuvent être obtenus par immunisation d'un animal avec ces polypeptides suivie de la récupération des anticorps formés.

Il va de soi que cette production n'est pas limitée aux anticorps polyclonaux.

20 Elle s'applique encore à tout anticorps monoclonal produit par tout hybridome susceptible d'être formé, par des méthodes classiques, à partir des cellules spléniques d'un animal, notamment de souris ou de rat, immunisés contre l'un des polypeptides purifiés de l'invention d'une part, et des cellules d'un myélome approprié d'autre part, et d'être sélectionné, par sa capacité à produire des anticorps monoclonaux reconnaissant le polypeptide susmentionné initialement mis en oeuvre pour l'immunisation des animaux.

25 L'invention vise également l'utilisation des anticorps susmentionnés dirigés contre les polypeptides recombinants de l'invention, pour la mise en oeuvre d'une méthode de détection ou de dosage des CCR chez les plantes, à partir d'échantillons prélevés chez ces dernières.

Il convient de préciser que sont exclues des séquences nucléotidiques de l'invention et de leur utilisation susmentionnée, les séquences nucléotidiques représentées par SEQ ID NO 5, SEQ ID NO 7, SEQ ID NO 9 et SEQ ID NO 11, codant respectivement pour la CCR d'eucalyptus représentée par SEQ ID NO 6, la CCR de peuplier représentée par SEQ ID NO 8, la CCR de fétuque représentée par SEQ ID NO 10, et la CCR de tabac représentée par SEQ ID NO 12, ainsi que la séquence représentée par SEQ ID NO 13 codant pour la protéine représentée par SEQ ID NO 14 dérivée de la CCR d'eucalyptus susmentionnée.

35 De même, sont exclues des séquences nucléotidiques de l'invention et de leur utilisation susmentionnée, les séquences complémentaires des séquences

nucléotidiques SEQ ID NOS 5, SEQ ID NO 7, SEQ ID NO 9, SEQ ID NO 11 et SEQ ID NO 13, ainsi que les fragments ou séquences dérivées de ces séquences nucléotidiques ou de leurs séquences complémentaires, dans la mesure où ces fragments et séquences dérivées sont identiques aux fragments et séquences dérivées, tels que définis ci-dessus, des séquences nucléotidiques représentées par SEQ ID NO 1 et SEQ ID NO 3 ou de leurs séquences complémentaires.

Sont également exclus du cadre de la présente invention :

- les ARNm codés par les séquences d'ADN représentées par SEQ ID NO 5, SEQ ID NO 7, SEQ ID NO 9, SEQ ID NO 11 et SEQ ID NO 13, ou codés par un fragment ou une séquence dérivée de ces séquences d'ADN, dans la mesure où ce fragment ou séquence dérivée sont identiques aux fragments et séquences dérivées, tels que définis ci-dessus, des séquences représentées par SEQ ID NO 1 et SEQ ID NO 3.

- les ARNm antisens constitués de nucléotides complémentaires des ARNm susmentionnés,

- les polypeptides représentés par SEQ ID NO 6, SEQ ID NO 8, SEQ ID NO 10, SEQ ID NO 12 et SEQ ID NO 14, ainsi que tout fragment ou séquence dérivée des polypeptides susmentionnés, dans la mesure où ce fragment ou séquence dérivée sont identiques aux fragments et séquence dérivée, tels définis ci-dessus, des séquences polypeptidiques représentées par SEQ ID NO 2 et SEQ ID NO 4.

L'invention sera davantage détaillée dans la description qui suit de l'obtention de la CCR sous forme purifiée chez l'eucalyptus, et de l'ADNc codant pour la CCR d'eucalyptus, de luzerne et du maïs.

A) Obtention de la CCR d'eucalyptus purifiée, et de l'ADNc codant pour une CCR d'eucalyptus.

I Purification de la CCR d'eucalyptus.

La CCR a fait l'objet d'un nombre très restreint d'études. Parmi les quelques publications la concernant, on peut citer:

Wengenmayer H., Ebel J., Grisebach H., 1976 - Enzymatic synthesis of lignin precursors, purification and properties of a cinnamoyl CoA: NaDPH reductase from cell suspension cultures from soybean (*Glycine max*), Eur. J. Biochem., **65**: 529-536.

Luderitz T., Grisebach H., 1981 - Enzymatic synthesis of lignin precursors, comparison of cinnamoyl CoA reductase and cinnamyl alcohol

- 23 -

dehydrogenase: NADP dehydrogenase from spruce (*Picea abies* L.) and soybean (*Glycine max* L.). Eur. J. Biochem., 119: 115-127.

Sarni F., Grand C., Boudet A.M., 1984 - Purification and properties of cinnamoyl CoA reductase and cinnamyl alcohol dehydrogenase from poplar stems (*Populus x euramericana*). Eur. J. Biochem., 139: 259-265.

Le travail décrit ci-après a contribué à définir un protocole de purification original, simple et rapide de la CCR d'eucalyptus. Ce protocole est également plus efficace que ceux décrits précédemment dans la littérature. En effet, il a permis pour la première fois, l'obtention de quantités d'enzyme purifiée à homogénéité, suffisantes pour obtenir des séquences peptidiques internes et conduire à terme au clonage de l'ADNc correspondant.

Toutes les étapes de purification de la CCR ont été réalisées à 4°C.

1. Obtention d'un extrait brut de xylème d'eucalyptus.

Le matériel végétal a été obtenu par "grattage" d'une fraction tissulaire enrichie en xylème de branches d'*Eucalyptus gunnii* âgés de 5 ans.

300 g de xylème préalablement congelé dans l'azote liquide ont été réduits en poudre à l'aide d'un moulin à café. Le broyat ainsi obtenu a été homogénéisé dans un litre de tampon d'extraction (100 mM Tris-HCl pH 7.6, 2% PEG 6000, 5 mM DTT, 2% PVPP), filtré sur deux épaisseurs de Miracloth, et amené à 30% de la saturation en sulfate d'ammonium. Après une centrifugation de 30 minutes à 15000xg, le culot obtenu est remis en suspension dans 60 ml de tampon 1 [20 mM Tris-HCl pH 7.5, 5 mM DTT (dithiothreitol), 5% éthylène glycol]. L'extrait ainsi obtenu est "clarifié" par une centrifugation de 15 min à 10 000xg, puis dessalé par passage sur une Sephadex G25 équilibrée dans le tampon 1.

2. Chromatographie d'affinité sur Red Sepharose.

30 L'extrait brut dessalé est déposé sur une colonne d'affinité "Red Sepharose" (1.5 x 19 cm, Pharmacia), équilibrée dans le tampon 1. Après un premier rinçage de la colonne par 50 ml de tampon 1, les protéines sont éluées par un gradient linéaire de Tris de 20 mM à 1.5 M Tris-HCl pH7.5, contenant 5 mM DTT, 5% éthylène glycol. Le volume total du gradient est de 200 ml et le débit de 36 ml/h. les fractions présentant une activité CCR sont regroupées et dessalées par passage sur une colonne de Séphadex G25, équilibrée dans le tampon 1.

3. Chromatographie d'échange d'anions sur MonoQ

Les fractions ainsi regroupées et dessalées sont chromatographiées sur une colonne d'échange d'anions MonoQ (HR 5/5, Pharmacia). L'élution des protéines est effectuée par l'application d'un gradient linéaire de 20 à 300 mM en Tris-HCl pH 7.5, contenant 5% d'éthylène glycol et 5 mM DTT. Le volume total du gradient est de 50 ml et le débit de 1 ml/min. Comme à l'étape précédente, les fractions contenant l'enzyme CCR active sont regroupées et dessalées, mais dans ce cas le tampon d'équilibration des colonnes de Sephadex G25 est un tampon phosphate 20 mM pH 7.6, contenant 5 mM DTT (tampon 2).

4. Chromatographie d'affinité sur "Mimetic Red".

Le groupe de fractions CCR ainsi obtenu est déposé sur une colonne Mimetic Red 2 A6XL (ACL, Cambridge). La colonne est préalablement lavée avec 30 ml de tampon 2 contenant 8 mM NAD. Ce lavage a pour but d'éliminer des enzymes fonctionnant spécifiquement avec le NAD comme cofacteur, telle que la malate deshydrogénase qui copurifie avec la CCR dans les étapes précédentes. L'élution spécifique de la CCR est obtenue par application d'un gradient (15 ml) de NADP 0-8 mM dans le tampon 2. Les fractions contenant la CCR pure et active sont conservées à -80°C après addition d'un stabilisateur (éthylène glycol à la concentration finale de 5%).

L'enzyme purifiée ainsi obtenue présente une activité spécifique de 451 nKat/mg de protéine, en utilisant le feruloyl CoA comme substrat. Le rendement obtenu (36 µg de protéine pure pour 300 g de matériel végétal de départ) ne reflète pas la proportion de CCR *in planta*, en effet dans un souci majeur d'éliminer le maximum de contaminants à chaque étape de purification, seules les fractions présentant une très forte activité CCR sont traitées par l'étape suivante. Le facteur de purification obtenu par ce protocole est de 282.

II Caractérisation de la CCR.

La CCR d'eucalyptus est un monomère de 38kD comme en témoignent les résultats convergents obtenus pour la taille de l'enzyme native par chromatographie d'exclusion sur Superose 6 (Pharmacia), et pour la taille de la sous-unité monomère sur gel d'électrophorèse dénaturant. Le point

- 25 -

isoélectrique, estimé par chromatographie sur MonoP (Pharmacia) est proche de 7.

La recherche du pH et du tampon optimum fait ressortir que la mesure de l'activité CCR telle qu'elle a été initialement décrite (Luderitz et Grisebach, 1981), est parfaitement adaptée à la mesure de l'activité CCR d'eucalyptus (tampon phosphate 100 mM, pH 6.25).

La pureté de la CCR, présente à l'état d'une bande unique sur gel d'électrophorèse monodimensionnelle (SDS PAGE) a été confirmée par l'obtention d'une seule tache ("spot") après électrophorèse bidimensionnelle et coloration à l'argent.

III Obtention de l'ADNc codant pour la CCR d'eucalyptus

Afin de s'affranchir d'un éventuel problème de contamination résiduelle non détectable, l'enzyme pure a été soumise à une électrophorèse préparative en conditions semi-dénaturantes et digérée *in situ* dans le gel. La digestion a été réalisée à l'aide d'endolysine C qui coupe spécifiquement les protéines après les résidus lysine, permettant l'obtention de peptides relativement longs. Les peptides résultant de la digestion ont été séparés en phase reverse sur HPLC et certains d'entre eux ont été séquencés à l'aide d'un microséquenceur de protéines (Applied Biosystems 470). Les séquences de ces peptides internes figurent ci-dessous:

peptide 8 (a) Asn-Trp-Tyr-Cys-Tyr-Gly-Lys

(b) His-Leu-Pro-Val-Pro-X-Pro-Res

(b) His-Lys-Pro-Val-Pro-X-Pro-Pro-Glu-Asp-Ser-Val-Arg

X représentant tout acide amine

peptide 10 Thr-Tyr-Ala-Asn-Ser-Val-Gln-Ala-Tyr-Val-His-Val-Lys

30 peptide 13 Gly-Cys-Asp-Gly-Val-Val-His-Thr-Ala-Ser-Pro-Val-Thr-Asp-Asp

peptide 17 Leu-Arg-Asp-Leu-Gly-Leu-Glu-Phe-Thr-Pro-Val-Lys

peptide 18 Gly-Asp-Leu-Met-Asp-Tyr-Gly-Ser-Leu-Glu-Glu-Ala-Ile-Lys

35 L'ADNc codant pour la CCR a été obtenu par criblage à l'aide d'oligonucléotides d'une banque d'ADNc construite dans le phage λ ZAPII (vecteur commercialement disponible, Stratagène) à partir de messagers extraits de xylème d'*Eucalyptus gunnii*. 600 000 phages ont été criblés à l'aide d'un groupe d'oligonucléotides dégénérés marqués à l'extrémité 3' au

phosphore 32, à l'aide d'une terminal transferase. Les séquences des oligonucléotides utilisés pour le criblage ont été déterminées à partir des séquences peptidiques internes susmentionnées. Ces peptides ayant été générés par coupure à l'endolysine C, une lysine a été rajoutée en première position pour permettre l'élaboration d'oligonucléotides à moindre dégénérescence. En effet, cet acide aminé qui ne peut être codé que par deux codons, fait partie des acides aminés dont le code est le moins dégénéré et par conséquent convient tout à fait à l'élaboration d'oligonucléotides à partir de séquences peptidiques.

Les séquences des oligonucléotides utilisés pour le criblage de la banque de cDNA d'eucalyptus dérivées des acides aminés soulignés (I = inosine), sont indiquées ci-après:

peptide 8 (a) Lys-Asn-Trp-Tyr-Cys-Tyr-Gly-Lys

oligonucléotide 8 AA(A/G)AA(C/T)TGGTA(C/T)TG(C/T)TA(T/C)GGIAA

peptide 13 Lys-Gly-Cys-Asp-Gly-Val-Val-His-Thr-Ala-Ser-Pro-Val-Thr-Asp
Asp

oligonucléotide 13 AA(G/A)GGITG(C/T)GA(C/T)GGIGTIGTICA

peptide 17 Lys-Leu-Arg-Asp-Leu-Gly-Leu-Glu-Phe-Thr-Pro-Val-Lys

oligonucléotide 17 GA(G/A)TT(C/T)ACICCGTIAA

peptide 18 Lys-Gly-Asp-Leu-Met-Asp-Tyr-Gly-Ser-Leu-Glu-Glu-Ala-Ile-Lys

oligonucléotide 18 AA(G/A)GGIGA(C/T)(C/T)TIATGGA(C/T)TA(C/T)GG

Les conditions d'hybridation utilisées pour le criblage sont les suivantes: la préhybridation est effectuée pendant 6 à 7 heures dans du 5XSSPE, 0.25% poudre de lait écrémé, 0.05% SDS (sodium dodecyl sulfate) à 42°C. L'hybridation est réalisée dans cette même solution, en présence des 4 oligonucléotides marqués en 3' au ddATP α ³²P, pendant 24 heures à 42°C. Au terme de ces 24 heures d'hybridation, les filtres sont lavés trois fois pendant 15 minutes dans du 2XSSC, 0.1% SDS puis mis en contact avec un film autoradiographique pendant 24 heures à -80°C. Les phages hybridant avec le groupe d'oligonucléotides ont été purifiés par 2 tours supplémentaires de criblage ("plaque purification"). Une fois purifiés, les six clones positifs ont été testés avec chacun des oligonucléotides pris indépendamment. Un phage a réagi positivement avec les 4 oligonucléotides, il a été traité de manière à "exciser" le plasmide Bluescript recombinant en suivant les

- 27 -

indications du fabricant (Stratagène). La carte de restriction de l'insert (codant pour la CCR) contenu dans ce plasmide est schématisée sur la figure 1.

IV Caractérisation et identification de l'ADNc de la CCR

La séquence en acides aminés (représentée par SEQ ID NO 6) déduite de la séquence nucléotidique (représentée par SEQ ID NO 5) code pour une protéine de 335 acides aminés dont le poids moléculaire est de 36,5 kD et le point isoélectrique d'environ 5,8. Il est important de souligner que toutes les séquences peptidiques obtenues à partir de la CCR purifiée sont retrouvées dans la séquence peptidique déduite de la séquence nucléotidique de l'ADNc.

Des recherches d'homologies avec des clones déjà existants ont été effectuées en utilisant les programmes BLAST et FASTA dans toutes les banques protéiques et nucléiques disponibles. Une homologie significative a été trouvée avec une autre réductase du métabolisme des composés phénoliques, la dihydroflavonol réductase (DFR). L'identité est d'environ 40% et la similarité proche de 20% entre la séquence peptidique déduite de l'ADNc de la CCR et les séquences des diverses dihydroflavonol réductase répertoriées dans les banques, ce qui confirme que le clone identifié est différent d'un clone codant pour une DFR.

V Production de CCR recombinante active dans *E. Coli*.

Pour aller plus loin dans l'identification de l'ADNc de la CCR, la protéine recombinante a été produite dans *E. Coli* et son activité enzymatique a été recherchée. Les détails expérimentaux de cette approche sont décrits ci-après.

1- Introduction de l'ADNc dans le vecteur d'expression pT7-7.

Afin de pouvoir cloner l'ADNc dans le vecteur d'expression pT7-7 (disponible commercialement), sous le contrôle du promoteur de la T7 polymérase, nous avons du introduire un site NdeI à l'ATG de l'ADNc. Ceci a été réalisé à l'aide d'une Taq polymérase lors d'une réaction d'amplification génique par PCR (Polymerase Chain reaction) entre un oligonucléotide muté et une amorce commerciale, T7, situé sur Bluescript en aval de l'extrémité 3' de l'ADNc. Le produit d'amplification obtenu est digéré par KpnI, ce site est ensuite réparé à l'aide du fragment klenow de l'ADN polymérase I avant de soumettre le fragment à une digestion par NdeI, puis le

fragment obtenu comportant un site Ndel en 5' et une extrémité franche en 3' est insérée à l'aide d'une ADN T4 ligase dans le vecteur pT7-7 préalablement ouvert par Ndel et Smal.

La séquence de l'oligonucléotide muté susmentionné est indiquée ci-après.

Les bases soulignées et en italiques ont été modifiées par rapport à la séquence initiale permettant la création d'un site Ndel (CATATG):

5'GGCAATCCCCATATGCCGTCGACGC3'

10 2. Surexpression de CCR dans *E. Coli* BL21

La construction ainsi obtenue est introduite dans la souche *E. Coli* BL21 (disponible commercialement) qui porte sur son chromosome le gène de la T7 polymérase sous contrôle du promoteur lac UV5, promoteur inductible par l'IPTG. La culture recombinante est cultivée à 37°C jusqu'à obtention d'une DO mesurée de 1 à 600 nm, puis la production de la CCR est induite par l'ajout d'IPTG (0.25% final) dans le milieu de culture. Des prélèvements sont réalisés à différents temps après induction et les cellules sont lysées selon le protocole décrit par Grima-Pettenati et al. (1993). Après centrifugation le surnageant contenant les protéines solubles, est utilisé pour mesurer l'activité CCR et pour visualiser la production de CCR après électrophorèse en conditions dénaturantes. On note l'apparition d'un polypeptide d'environ 38 kD dont l'intensité croît avec le temps post-induction et qui n'existe pas dans les témoins négatifs (souche BL21 contenant seulement le vecteur pT7-7 sans insert). De plus, la preuve finale de l'identité du clone CCR est apporté par la mesure d'une activité CCR (environ 7 nKat/ml de culture après 3h d'induction à 37°C) dans les extraits protéiques provenant des souches BL21 contenant le pT7-7 + ADNc CCR, seulement.

30 Le vecteur dénommé pEUCCR (représenté sur la figure 2), comprenant la séquence représentée par SEQ ID NO 5 clonée dans le vecteur Bluescript, a été déposé en culture dans des cellules de *E. coli* DH5 α à la Collection Nationale de Culture de Micro-organismes (CNCM) de l'Institut Pasteur à Paris (France), le 17 mars 1994 sous le n° I-1405.

Légendes des figures:

Figure 1: carte de restriction de l'ADNc codant pour la CCR d'eucalyptus.

Figure 2: représentation schématique du plasmide pEUCCR contenant la séquence représentée par SEQ ID NO 5 (et identifiée par CCR dans le plasmide pEUCCR).

Figure 3: représentation schématique de la construction d'un vecteur contenant une séquence d'ADN codant pour la CCR d'eucalyptus selon l'invention (ou vecteur CCR sens).

Figure 4: représentation schématique de la construction d'un vecteur contenant une séquence d'ADN codant pour un ARN antisens susceptible de s'hybrider avec l'ARNm codant pour la CCR d'eucalyptus selon l'invention (ou vecteur CCR antisens).

Concernant l'ADN "source servant à la construction d'un vecteur antisens (ou sens)

L'ARN antisens dérive préférentiellement de la séquence contenue dans le clone pEUCCR. Cette séquence peut être obtenue de différentes manières:

1) en coupant avec des enzymes de restriction appropriées la séquence d'ADN (ADNc) de la CCR contenue dans pEUCCR.

2) en réalisant une amplification génique (PCR) à l'aide d'oligonucléotides définis de manière à synthétiser le fragment d'ADN souhaité.

Le fragment d'ADN ainsi obtenu est cloné dans un vecteur d'expression des plantes en aval d'un promoteur et en amont d'un terminateur. Le clonage est réalisé de telle façon que le fragment d'ADN est inséré en orientation inverse par rapport au promoteur. Dans ce nouveau vecteur, le brin qui était initialement le brin matrice devient le brin codant et vice versa.

Le nouveau vecteur code pour un ARN dont la séquence est complémentaire de la séquence de l'ARN messager déduit de la séquence contenue dans pEUCCR.

Ainsi les 2 ARN sont complémentaires de par leur séquence mais aussi de par leur orientation (5'-3').

Comme source d'ADN pour la transcription de l'ARN antisens il est pratique d'utiliser un clone d'ADNc tel que celui contenu dans pEUCCR.

Exemple de clonage antisens (cf. figure 4)

L'ADNc de la CCR est obtenu par une double digestion (BamHI et KpnI) à partir du vecteur pEUCCR. Le fragment d'ADN ainsi libéré est séparé physiquement du vecteur de clonage par une électrophorèse en gel d'Agarose (Bluescript).

10 La partie de gel renfermant ce fragment d'ADN est découpée et traitée de façon à obtenir l'ADN purifié (plusieurs méthodes peuvent être utilisées dont la "Low melting Agarose", décrite dans Sambrook et al. susmentionné, le Gene Clean, dont le kit est disponible commercialement).

15 Le fragment portant les extrémités BamHI et KpnI est "ligué" avec un vecteur d'expression de plantes préalablement digéré par ces mêmes enzymes choisies de façon à ce que le cDNA soit inséré en orientation inverse par rapport au promoteur $35S$. Le brin qui sera transcrit dans les plantes sera dans ce cas le brin non codant.

20 Exemple de clonage sens (cf. figure 3)

25 Dans ce cas, il n'existe pas de sites de restriction "pratiques" pour réaliser une fusion traductionnelle avec le promoteur $35S$ du vecteur d'expression. De nouveaux sites plus commodes ont été insérés à l'aide de la technique d'amplification génique (PCR). Deux oligonucléotides ont été définis en 5' et 3' de l'ADNc auxquels ont été ajoutées les séquences des sites reconnus par KpnI et BamHI (NB.: ce sont les mêmes sites qui ont été utilisés pour le clonage antisens susmentionné, mais positionnés différemment par rapport à l'orientation 5'-3').

30 L'amplification génique conduit à l'obtention d'un fragment contenant la totalité de la séquence codante du cDNA flanquée de 2 sites de restriction. La suite de la procédure est identique à celle décrite pour la construction antisens.

35 Mais, dans ce cas, on a réalisé une fusion du promoteur en phase avec l'ATG de la CCR qui doit conduire à une surexpression de l'ARN messager et donc de la protéine CCR.

Les exemples de clonage des séquences sens et antisens décrits ci-dessus dans le cas de la CCR d'eucalyptus, sont également applicables dans le cas de la CCR de luzerne et de celle de maïs.

5 B) Obtention de l'ADNc codant pour la CCR de luzerne (*Medicago truncatula*).

Caractéristiques de la banque d'ADNc :

10 La banque utilisée a été construite à partir d'ARN totaux extraits de racines de *Medicago truncatula*, dans le vecteur λ ZAPH (kit "ZAP-cDNA synthesis" de Stratagene).

Criblage de la banque d'ADNc :

15 Sonde :

10 Le criblage de la banque de luzerne a été effectué à l'aide de l'ADNc codant pour la CCR d'eucalyptus. Un fragment de 800 bp (Xho-Xho) de pEUCCR marqué par la technique d'amorçage aléatoire a servi de sonde.

15 Etalement de la banque et empreintes sur filtre de nitrocellulose :

15 300 000 clones ont été étalés puis transférés sur filtre de nitrocellulose (Schleicher & Schuell). Pour cela, les filtres ont été placés 5 mn sur les boites de culture puis immergés successivement dans les solutions suivantes :

20 1,5M NaCl/0, 5M NaOH 5 mn

1,5M NaCl/0, 5M Tris pH 8 5 mn

20 3x SSC 2 mn

 cuisson 2 heures à 80°C.

Préhybridation-hybridation :

25 Les filtres ont été préhybridés pendant 12 heures, puis hybridés pendant 24 heures à 37°C dans le milieu suivant :

Milieu de préhybridation et d'hybridation :

Formamide 20%

Dextran 10%

NaCl 1M

30 ADN sperme de saumon (1 mg/ml)

0,2% polyvinyl-pyrrolidone

0,2% BSA

0,2% ficoll

0,05M Tris-HCl pH 7,5

35 0,1% sodium pyrophosphate

1% SDS.

Après hybridation, les filtres ont été lavés 2x 10 mn à température ambiante dans du 2x SSC-1% SDS, puis 2x 30 mn à 55°C dans la même solution.

Après exposition autoradiographique des filtres, 15 plages de lyse positives ont été identifiées. Ces plages de lyse ont été purifiées par 2 cycles supplémentaires de criblage, dans les conditions d'hybridation décrites ci-dessus.

Excision *in vivo* :

10 A partir des clones positifs, le plasmide Bluescript du phage λ a été excisé selon le protocole d'excision *in vivo* du "ZAP-cDNA Synthesis kit".

L'ADNc CCR de luzerne :

15 L'ADNc codant pour la CCR de luzerne, d'une taille de 1404 pbs, est inséré entre les sites EcoR1 (côté 5') et Xho (côté 3') du vecteur Bluescript. Il est constitué des parties suivantes :

- une partie 5' transcrive non traduite de 167 pbs,
- une région de 1028 pbs qui code pour une protéine de 342 acides aminés,
- une partie 3' transcrive non traduite de 209 pbs.

20 L'ADNc obtenu est représenté par SEQ ID NO 1, et la séquence en acides aminés déduite de cet ADNc est représenté par SEQ ID NO 2.

C) Obtention de l'ADNc codant pour la CCR de maïs.

Caractéristiques de la banque d'ADNc :

25 La banque utilisée a été construite à partir d'ARN totaux extraits de racines de maïs (variété AMO 406) carencé en fer, dans le vecteur λ ZAP (kit "ZAP-cDNA synthesis" de Stratagene).

Criblage de la banque d'ADNc :

Sonde :

30 Le criblage de la banque de maïs a été effectué à l'aide de l'ADNc CCR d'eucalyptus. Un fragment de 800 bp (Xho-Xho) de pEUCCR marqué par la technique d'amorçage aléatoire a servi de sonde.

Etalement de la banque et empreintes sur filtre de nitrocellulose :

35 500 000 clones ont été étalés puis transférés sur filtre de nitrocellulose (Schleicher & Schuell). Pour cela, les filtres ont été placés 5 mn sur les boîtes de culture puis immergés successivement dans les solutions suivantes :

- 33 -

1.5M NaCl/0, 5M NaOH 5 mn

1.5M NaCl/0, 5M Tris pH 8 5 mn

3x SSC 2 mn

cuisson 2 heures à 80°C.

5

Préhybridation-hybridation :

Les filtres ont été préhybridés pendant 12 heures, puis hybridés pendant 24 heures à 55°C dans le milieu suivant :

Milieu de préhybridation et d'hybridation :

10

3x SSC

0.5% SDS

0.1% lait en poudre

ADN sperme de saumon (1 mg/ml).

15

Après hybridation, les filtres ont été lavés 2x 10 mn à température ambiante dans du 3x SSC-0.5% SDS, puis 2x 45 mn à 60°C dans la même solution.

20

Après exposition autoradiographique des filtres, 20 plages de lyse positives ont été identifiées. Ces plages de lyse ont été purifiées par 3 cycles supplémentaires de criblage, dans les conditions d'hybridation décrites ci-dessus.

Excision *in vivo* :

A partir des clones positifs, le plasmide Bluescript du phage λ a été excisé selon le protocole d'excision *in vivo* du "ZAP-cDNA Synthesis kit".

25

L'ADNc obtenu est représenté par SEQ ID NO 3, et la séquence en acides aminés déduite de cet ADNc est représenté par SEQ ID NO 4.

LISTE DE SEQUENCES

(1) INFORMATION GENERALE:

(i) DEPOSANT:

- (A) NOM: CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
- (B) RUE: 3, rue Michel-Ange
- (C) VILLE: PARIS 75016
- (E) PAYS: FRANCE
- (F) CODE POSTAL: F-75016

(ii) TITRE DE L' INVENTION: SEQUENCES D'ADN CODANT POUR LA CINNAMOYL COA REDUCTASE, ET SES APPLICATIONS DANS LE DOMAINE DE LA REGULATION DU TAUX DE LIGNINE CHEZ LES PLANTES

(iii) NOMBRE DE SEQUENCES: 14

(iv) FORME LISIBLE PAR ORDINATEUR:

- (A) TYPE DE SUPPORT: Floppy disk
- (B) ORDINATEUR: IBM PC compatible
- (C) SYSTEME D' EXPLOITATION: PC-DOS/MS-DOS
- (D) LOGICIEL: PatentIn Release #1.0, Version #1.25 (OEB)

(2) INFORMATION POUR LA SEQ ID NO: 1:

(i) CARACTERISTIQUES DE LA SEQUENCE:

- (A) LONGUEUR: 1568 paires de bases
- (B) TYPE: acide nucléique
- (C) NOMBRE DE BRINS: double
- (D) CONFIGURATION: linéaire

(ii) TYPE DE MOLECULE: ADNc pour ARNm

(ix) CARACTERISTIQUE ADDITIONNELLE:

- (A) NOM/CLE: CDS
- (B) EMPLACEMENT: 278..1306

(xi) DESCRIPTION DE LA SEQUENCE: SEQ ID NO: 1:

CATGATTACG CCAAGCTCGA AATTAACCCT CACTAAAGGG AACAAAAGCT GGAGCTCCAC	60
CGCGGTGGCG GCCGCTCTAG AACTAGTGGT TCCCCCGGGC TGCAGGAATT CGGCACGAGG	120
GGATAGAGAA GAAAGGTGGT CATATTTCCC ACTTATTATT ACAAAAGTAAC GTCACACCAA	180

- 35 -

CTTTATCACC ACCTTTCTTC TCTATCCCAT TCATTCTCAT TCATTCATTC ACCTCACCTC	240
ACCTCACCTC ACCTCCCTTT ACAAGAAGAA GGAATAT ATG CCT GCC GCT ACC GCC	295
Met Pro Ala Ala Thr Ala	
1 5	
GCC GCC GCC GAA TCT TCC TCA GTT TCC GGC GAA ACC ATA TGT GTC	343
Ala Ala Ala Ala Glu Ser Ser Val Ser Gly Glu Thr Ile Cys Val	
10 15 20	
ACC GGG GCC GGT GGC CTC ATC GCT TCT TGG ATG GTT AAG CTC CTC TTG	391
Thr Gly Ala Gly Gly Leu Ile Ala Ser Trp Met Val Lys Leu Leu	
25 30 35	
GAG AAA GGC TAT ACC GTT CGA GGA ACC TTG CGA AAC CCA GAT GAT CCA	439
Glu Lys Gly Tyr Thr Val Arg Gly Thr Leu Arg Asn Pro Asp Asp Pro	
40 45 50	
AAA AAT GGG CAC TTG AAA AAG TTG GAA GGA GCA AAA GAA AGG CTA ACT	487
Lys Asn Gly His Leu Lys Leu Glu Gly Ala Lys Glu Arg Leu Thr	
55 60 65 70	
TTG GTC AAA GTT GAT CTC CTT GAT CTT AAC TCC GTT AAA GAA GCT GTT	535
Leu Val Lys Val Asp Leu Leu Asp Leu Asn Ser Val Lys Glu Ala Val	
75 80 85	
AAT GGA TGT CAT GGT GTC TTT CAC ACT GCT TCT CCC GTT ACA GAT AAC	583
Asn Gly Cys His Gly Val Phe His Thr Ala Ser Pro Val Thr Asp Asn	
90 95 100	
CCC GAG GAA ATG GTG GAG CCA GCA GTG AAT GGA GCA AAG AAT GTG ATC	631
Pro Glu Glu Met Val Glu Pro Ala Val Asn Gly Ala Lys Asn Val Ile	
105 110 115	
ATA GCT GGT GCA GAA GCA AAA GTG AGG CGC GTG GTT TTC ACA TCA TCA	679
Ile Ala Gly Ala Glu Ala Lys Val Arg Arg Val Val Phe Thr Ser Ser	
120 125 130	
ATT GGT GCA GTC TAT ATG GAC CCC AAT AGG AGT GTT GAT GTA GAG GTT	727
Ile Gly Ala Val Tyr Met Asp Pro Asn Arg Ser Val Asp Val Glu Val	
135 140 145 150	
GAT GAG TCT TGC TGG AGT GAT TTG GAG TTT TGC AAG AAA ACC AAG AAT	775
Asp Glu Ser Cys Trp Ser Asp Leu Glu Phe Cys Lys Lys Thr Lys Asn	
155 160 165	
TGG TAT TGC TAT GGG AAA GCA GTG GCA GAA GCA GCA TGG GAT GTA	823
Trp Tyr Cys Tyr Gly Lys Ala Val Ala Glu Ala Ala Ala Trp Asp Val	
170 175 180	
GCA AAA GAG AAA GGT GTG GAT TTG GTT GTA GTG AAT CCA GTT TTG GTT	871
Ala Lys Glu Lys Gly Val Asp Leu Val Val Val Asn Pro Val Leu Val	
185 190 195	
CTT GGA CCA TTG CTA CAA CCT ACA ATC AAT GCA AGC ACA ATT CAC ATA	919
Leu Gly Pro Leu Leu Gln Pro Thr Ile Asn Ala Ser Thr Ile His Ile	
200 205 210	

CTA AAA TAC CTA ACT GGT TCA GCT AAG ACC TAT GCA AAT GCA ACA CAA Leu Lys Tyr Leu Thr Gly Ser Ala Ala Lys Thr Tyr Ala Asn Ala Thr Gln 215 220 225 230	967
GCT TAT GTT CAT GTT AGG GAT GTT GCA TTA GCT CAC ATA CTT GTT TAT Ala Tyr Val His Val Arg Asp Val Ala Leu Ala His Ile Leu Val Tyr 235 240 245	1015
GAG AAA CCT TCT GCT TCT GGT AGA TAC TTA TGT GCT GAA ACT TCA CTT Glu Lys Pro Ser Ala Ser Gly Arg Tyr Leu Cys Ala Glu Thr Ser Leu 250 255 260	1063
CAT CGT GGG GAG CTT GTT GAA ATT CTT GCT AAG TAT TTC CCT GAG TAC His Arg Gly Glu Leu Val Glu Ile Leu Ala Lys Tyr Phe Pro Glu Tyr 265 270 275	1111
CCA ATT CCT ACC AAG TGT TCA GAT GAA AAG AAT CCT CGA GTG AAA CCA Pro Ile Pro Thr Lys Cys Ser Asp Glu Lys Asn Pro Arg Val Lys Pro 280 285 290	1159
CAT ATC TTC TCA AAT AAA AAA CTG AAG GAT TTG GGA TTG GAA TTT ACA His Ile Phe Ser Asn Lys Lys Leu Lys Asp Leu Gly Leu Glu Phe Thr 295 300 305 310	1207
CCA GTG AGT GAA TGT TTA TAT GAA ACC GTT AAG AGC CTA CAA GAC CAA Pro Val Ser Glu Cys Leu Tyr Glu Thr Val Lys Ser Leu Gln Asp Gln 315 320 325	1255
GGT CAC CTT TCT ATT CCA AAC AAA GAA GAT TCT CTA GCA GTC AAA TCC Gly His Leu Ser Ile Pro Asn Lys Glu Asp Ser Leu Ala Val Lys Ser 330 335 340	1303
TAAACCAACC ATCCTTGTT AACAAAGTTCA ATTCAAGGGCC AAAAAGAATC ATCTTTAGC	1363
TACCTGCGAG GCTTTAGGCT CTAGCAATTT GATACTATAA ATGACCGTAA TTGGATGGAT	1423
AGTTGTAAGA AAGTATCATG CTAGAATTAA CTATTTGTCT TTATGTTGA AAAATAAGCC	1483
CATTATATTA AAAAAAAAAA AAAAAAAAAA AACTCGAGGG GGGGCCCGGT ACCCAATTG	1543
CCCTATAGTG AGTCGTATTA CAATT	1568

(2) INFORMATION POUR LA SEQ ID NO: 2:

- (i) CARACTERISTIQUES DE LA SEQUENCE:
 - (A) LONGUEUR: 342 acides aminés
 - (B) TYPE: acide aminé
 - (D) CONFIGURATION: linéaire
- (ii) TYPE DE MOLECULE: protéine
- (xi) DESCRIPTION DE LA SEQUENCE: SEQ ID NO: 2:

Met Pro Ala Ala Thr Ala Ala Ala Ala Ala Glu Ser Ser Ser Val Ser	
1 5 10 15	

- 37 -

Gly Glu Thr Ile Cys Val Thr Gly Ala Gly Gly Leu Ile Ala Ser Trp
 20 25 30

Met Val Lys Leu Leu Leu Glu Lys Gly Tyr Thr Val Arg Gly Thr Leu
 35 40 45

Arg Asn Pro Asp Asp Pro Lys Asn Gly His Leu Lys Lys Leu Glu Gly
 50 55 60

Ala Lys Glu Arg Leu Thr Leu Val Lys Val Asp Leu Leu Asp Leu Asn
 65 70 75 80

Ser Val Lys Glu Ala Val Asn Gly Cys His Gly Val Phe His Thr Ala
 85 90 95

Ser Pro Val Thr Asp Asn Pro Glu Glu Met Val Glu Pro Ala Val Asn
 100 105 110

Gly Ala Lys Asn Val Ile Ile Ala Gly Ala Glu Ala Lys Val Arg Arg
 115 120 125

Val Val Phe Thr Ser Ser Ile Gly Ala Val Tyr Met Asp Pro Asn Arg
 130 135 140

Ser Val Asp Val Glu Val Asp Glu Ser Cys Trp Ser Asp Leu Glu Phe
 145 150 155 160

Cys Lys Lys Thr Lys Asn Trp Tyr Cys Tyr Gly Lys Ala Val Ala Glu
 165 170 175

Ala Ala Ala Trp Asp Val Ala Lys Glu Lys Gly Val Asp Leu Val Val
 180 185 190

Val Asn Pro Val Leu Val Leu Gly Pro Leu Leu Gln Pro Thr Ile Asn
 195 200 205

Ala Ser Thr Ile His Ile Leu Lys Tyr Leu Thr Gly Ser Ala Lys Thr
 210 215 220

Tyr Ala Asn Ala Thr Gln Ala Tyr Val His Val Arg Asp Val Ala Leu
 225 230 235 240

Ala His Ile Leu Val Tyr Glu Lys Pro Ser Ala Ser Gly Arg Tyr Leu
 245 250 255

Cys Ala Glu Thr Ser Leu His Arg Gly Glu Leu Val Glu Ile Leu Ala
 260 265 270

Lys Tyr Phe Pro Glu Tyr Pro Ile Pro Thr Lys Cys Ser Asp Glu Lys
 275 280 285

Asn Pro Arg Val Lys Pro His Ile Phe Ser Asn Lys Lys Leu Lys Asp
 290 295 300

Leu Gly Leu Glu Phe Thr Pro Val Ser Glu Cys Leu Tyr Glu Thr Val
 305 310 315 320

- 38 -

Lys	Ser	Leu	Gln	Asp	Gln	Gly	His	Leu	Ser	Ile	Pro	Asn	Lys	Glu	Asp
325								330						335	
Ser Leu Ala Val Lys Ser															
340															

(2) INFORMATION POUR LA SEQ ID NO: 3:

(i) CARACTERISTIQUES DE LA SEQUENCE:

- (A) LONGUEUR: 1556 paires de bases
- (B) TYPE: acide nucléique
- (C) NOMBRE DE BRINS: double
- (D) CONFIGURATION: linéaire

(ii) TYPE DE MOLECULE: ADNc pour ARNm

(ix) CARACTERISTIQUE ADDITIONNELLE:

- (A) NOM/CLE: CDS
- (B) EMPLACEMENT: 195..1310

(xi) DESCRIPTION DE LA SEQUENCE: SEQ ID NO: 3:

GTTCCCATGA TTACGCCAAG CTCGAAATTA ACCCTCACTA AAGGGAACAA AAGCTGGAGC	60
TCCACCGCGG TGGCGGCCGC TCTAGAACTA GTGGATCCCC CGGGCTGCAG GAATTCTGGCA	120
CGAGAGGACA CAAGCGAGCG CTAGCCAGAA GAGCAGCTGC AGGTACTATT ATCATCGTCG	180
TCGTCGTCCG CAGG ATG ACC GTC GTC GAC GCC GTC GTC TCC TCC ACC GAT	230
Met Thr Val Val Asp Ala Val Val Ser Ser Thr Asp	
1 5 10	
GCC GGC GCC CCT GCC GCC GCG GCA CCG GTA CCG GCG GGG AAC GGG	278
Ala Gly Ala Pro Ala Ala Ala Ala Pro Val Pro Ala Gly Asn Gly	
15 20 25	
CAG ACC GTG TGC GTC ACC GGC GCG GCC GGG TAC ATC GCC TCG TGG TTG	326
Gln Thr Val Cys Val Thr Gly Ala Ala Gly Tyr Ile Ala Ser Trp Leu	
30 35 40	
GTG AAG CTG CTG CTC GAG AAG GGA TAC ACT GTG AAG GGC ACC GTG AGG	374
Val Lys Leu Leu Glu Lys Gly Tyr Thr Val Lys Gly Thr Val Arg	
45 50 55 60	
AAC CCA GAT GAC CCG AAG AAC GCG CAC CTC AGG GCG CTG GAC GGC GCC	422
Asn Pro Asp Asp Pro Lys Asn Ala His Leu Arg Ala Leu Asp Gly Ala	
65 70 75	
GCC GAG CGG CTG ATC CTC TGC AAG GCC GAT CTG CTG GAC TAC GAC GCC	470
Ala Glu Arg Leu Ile Leu Cys Lys Ala Asp Leu Leu Asp Tyr Asp Ala	
80 85 90	
ATC TGC CGC GCC GTG CAG GGC TGC CAG GGC GTC TTC CAC ACC GCC TCC	518
Ile Cys Arg Ala Val Gln Gly Cys Gln Gly Val Phe His Thr Ala Ser	
95 100 105	

- 39 -

CCC GTC ACC GAC GAC CCG GAG CAA ATG GTG GAG CCG GCG GTG CGC GGC Pro Val Thr Asp Asp Pro Glu Gln Met Val Glu Pro Ala Val Arg Gly	110	115	120	566	
ACC GAG TAC GTG ATC AAC GCG GCG GCG GAG GCC GGC ACG GTG CGG CGG Thr Glu Tyr Val Ile Asn Ala Ala Glu Ala Gly Thr Val Arg Arg	125	130	135	140	614
GTG GTG TTC ACG TCG TCC ATC GGC GCC GTG ACC ATG GAC CCC AAG CGC Val Val Phe Thr Ser Ser Ile Gly Ala Val Thr Met Asp Pro Lys Arg	145	150	155	662	
GGG CCC GAC GTC GTG GTC GAC GAG TCG TGC TGG AGC GAC CTC GAG TTC Gly Pro Asp Val Val Val Asp Glu Ser Cys Trp Ser Asp Leu Glu Phe	160	165	170	710	
TGC GAG AAA ACC AGG AAC TGG TAC TGC TAC GGC AAG GCG GTG GCG GAG Cys Glu Lys Thr Arg Asn Trp Tyr Cys Tyr Gly Lys Ala Val Ala Glu	175	180	185	758	
CAG GCG GCG TGG GAG GCG GCC CGG CGG CGG GGC GTG GAC CTG GTG GTG Gin Ala Ala Trp Glu Ala Ala Arg Arg Arg Gly Val Asp Leu Val Val	190	195	200	806	
GTG AAC CCC GTG CTG GTG GGC CCC CTG CTG CAG GCG ACG GTG AAC Val Asn Pro Val Leu Val Val Gly Pro Leu Leu Gln Ala Thr Val Asn	205	210	215	220	854
GCC AGC ATC GCG CAC ATC CTC AAG TAC CTG GAC GGC TCG GCC CGC ACC Ala Ser Ile Ala His Ile Leu Lys Tyr Leu Asp Gly Ser Ala Arg Thr	225	230	235	902	
TTC GCC AAC GCC GTG CAG GCG TAC GTG GAC GTG CGC GAC GTG GCC GAC Phe Ala Asn Ala Val Gln Ala Tyr Val Asp Val Arg Asp Val Ala Asp	240	245	250	950	
GCG CAC CTC CGC GTC TTC GAG AGC CCC CGC GCG TCC GGC CGC CAC CTC Ala His Leu Arg Val Phe Glu Ser Pro Arg Ala Ser Gly Arg His Leu	255	260	265	998	
TGC GCC GAG CGC GTC CTC CAC CGC GAG GAC GTC GTC CGC ATC CTC GCC Cys Ala Glu Arg Val Leu His Arg Glu Asp Val Val Arg Ile Leu Ala	270	275	280	1046	
AAG CTC TTC CCC GAG TAC CCC GTC CCA GCC AGG TGC TCC GAC GAG GTG Lys Leu Phe Pro Glu Tyr Pro Val Pro Ala Arg Cys Ser Asp Glu Val	285	290	295	300	1094
AAT CCG CGG AAG CAG CCG TAC AAG TTC TCC AAC CAG AAG CTC CGG GAC Asn Pro Arg Lys Gln Pro Tyr Lys Phe Ser Asn Gln Lys Leu Arg Asp	305	310	315	1142	
CTG GGG CTG CAG TTC CGG CCG GTC AGC CAG TCG CTT TAC GAC ACG GTG Leu Gly Leu Gln Phe Arg Pro Val Ser Gln Ser Leu Tyr Asp Thr Val	320	325	330	1190	

- 40 -

AAG AAC CTC CAG GAG AAG GGC CAC CTG CCG GTG CTC GGA GAG CGG ACG	1238
Lys Asn Leu Gln Glu Lys Gly His Leu Pro Val Leu Gly Glu Arg Thr	
335 340 345	
ACG ACG GAG GCC GCC GAC AAG GAT GCC CCC GCG GCC GAG ATG CAG CAG	1286
Thr Thr Glu Ala Ala Asp Lys Asp Ala Pro Ala Ala Glu Met Gln Gln	
350 355 360	
GGA GGG ATC GCC ATC CGT GCC TGAGAGGGCG ATGCCACACA TGAACACCAA	1337
Gly Gly Ile Ala Ile Arg Ala	
365 370	
AGCAATGTTTC ATACTGCTGC CCTGCACCTG CACCTTCCCC TGCTGTGTAA ACAGGCCTGT	1397
GTTTGTCTG GCTGATAGTG ATGTACCTA AGACTTGTAA CGTCATGTTG GTTCTTGTGA	1457
ACTATAGCGA GTGAATAAAA TTGGTTAACATG TTGGATAATT CCAAAAAAAA AAAAAAAA	1517
CTCGAGGGGG GGCCCGGTAC CCAATTGCGC CTATAGTGA	1556

(2) INFORMATION POUR LA SEQ ID NO: 4:

(i) CARACTERISTIQUES DE LA SEQUENCE:
 (A) LONGUEUR: 371 acides aminés
 (B) TYPE: acide aminé
 (D) CONFIGURATION: linéaire

(ii) TYPE DE MOLECULE: protéine

(xi) DESCRIPTION DE LA SEQUENCE: SEQ ID NO: 4:

Met Thr Val Val Asp Ala Val Val Ser Ser Thr Asp Ala Gly Ala Pro	
1 5 10 15	
Ala Ala Ala Ala Ala Pro Val Pro Ala Gly Asn Gly Gln Thr Val Cys	
20 25 30	
Val Thr Gly Ala Ala Gly Tyr Ile Ala Ser Trp Leu Val Lys Leu Leu	
35 40 45	
Leu Glu Lys Gly Tyr Thr Val Lys Gly Thr Val Arg Asn Pro Asp Asp	
50 55 60	
Pro Lys Asn Ala His Leu Arg Ala Leu Asp Gly Ala Ala Glu Arg Leu	
65 70 75 80	
Ile Leu Cys Lys Ala Asp Leu Leu Asp Tyr Asp Ala Ile Cys Arg Ala	
85 90 95	
Val Gln Gly Cys Gln Gly Val Phe His Thr Ala Ser Pro Val Thr Asp	
100 105 110	
Asp Pro Glu Gln Met Val Glu Pro Ala Val Arg Gly Thr Glu Tyr Val	
115 120 125	
Ile Asn Ala Ala Ala Glu Ala Gly Thr Val Arg Arg Val Val Phe Thr	
130 135 140	

- 41 -

Ser Ser Ile Gly Ala Val Thr Met Asp Pro Lys Arg Gly Pro Asp Val
 145 150 155 160
 Val Val Asp Glu Ser Cys Trp Ser Asp Leu Glu Phe Cys Glu Lys Thr
 165 170 175
 Arg Asn Trp Tyr Cys Tyr Gly Lys Ala Val Ala Glu Gln Ala Ala Trp
 180 185 190
 Glu Ala Ala Arg Arg Gly Val Asp Leu Val Val Val Asn Pro Val
 195 200 205
 Leu Val Val Gly Pro Leu Leu Gln Ala Thr Val Asn Ala Ser Ile Ala
 210 215 220
 His Ile Leu Lys Tyr Leu Asp Gly Ser Ala Arg Thr Phe Ala Asn Ala
 225 230 235 240
 Val Gln Ala Tyr Val Asp Val Arg Asp Val Ala Asp Ala His Leu Arg
 245 250 255
 Val Phe Glu Ser Pro Arg Ala Ser Gly Arg His Leu Cys Ala Glu Arg
 260 265 270
 Val Leu His Arg Glu Asp Val Val Arg Ile Leu Ala Lys Leu Phe Pro
 275 280 285
 Glu Tyr Pro Val Pro Ala Arg Cys Ser Asp Glu Val Asn Pro Arg Lys
 290 295 300
 Gln Pro Tyr Lys Phe Ser Asn Gln Lys Leu Arg Asp Leu Gly Leu Gln
 305 310 315 320
 Phe Arg Pro Val Ser Gln Ser Leu Tyr Asp Thr Val Lys Asn Leu Gln
 325 330 335
 Glu Lys Gly His Leu Pro Val Leu Gly Glu Arg Thr Thr Glu Ala
 340 345 350
 Ala Asp Lys Asp Ala Pro Ala Ala Glu Met Gln Gln Gly Gly Ile Ala
 355 360 365
 Ile Arg Ala
 370

(2) INFORMATION POUR LA SEQ ID NO: 5:

(i) CARACTERISTIQUES DE LA SEQUENCE:

- (A) LONGUEUR: 1297 paires de bases
- (B) TYPE: acide nucléique
- (C) NOMBRE DE BRINS: double
- (D) CONFIGURATION: linéaire

(ii) TYPE DE MOLECULE: ADNC pour ARNm

(ix) CARACTÉRIQUE ADDITIONNELLE

(A) NOM/CLF: GDS

(B) EMPLACEMENT 1226

(xi) DESCRIPTION DE LA SEQUENCE: SEQ ID NO: 5.

CGGCCGGGAC GACCCGTTCC TCTTCTTCCG GGTCACCGTC ACCATGTTAC ACAACATCTG

CGGCTAAAAAA AAAAAGGAAA AAAAGCGCAA CCTCCACCTC CTGAACCGGT CTCCCCCCTG

GCCGGGCAATC CCACC ATG CCC GTC GAC GCC CTC CCC GGT TCC GGC CAG ACC 171
 Met Pro Val Asp Ala Leu Pro Gly Ser Gly Gin Thr
 1 5 10

GTC TGC GTC ACC GGC GCC GGC GGG TTC ATC GCC TCC TGG ATT GTC AAG
 Val Cys Val Thr Gly Ala Gly Gly Phe Ile Ala Ser Trp Ile Val Lys
 15 20 25

CTT CTC CTC GAG CGA GGC TAC ACC GTG CGA GGA ACC GTC AGG AAC CCA 267
 Leu Leu Leu Glu Arg Gly Tyr Thr Val Arg Gly Thr Val Arg Asn Pro
 30 35 40

GAC GAC CCG AAG AAT GGT CAT CTG AGA GAT CTG GAA GGA GCC AGC GAG
 Asp Asp Pro Lys Asn Gly His Leu Arg Asp Leu Glu Gly Ala Ser Glu
 45 50 55 60
 315

AGG CTG ACG CTG TAC AAG GGT GAT CTG ATG GAC TAC GGG AGC TTG GAA
 Arg Leu Thr Leu Tyr Lys Gly Asp Leu Met Asp Tyr Gly Ser Leu Glu
 65 70 75 363

ACC GAC GAT CCT GAG CAA ATG GTG GAG CCA GCG GTG ATC GGG ACG AAA
 Thr Asp Asp Pro Glu Gln Met Val Glu Pro Ala Val Ile Gly Thr Lys
 95 100 105

- 43 -

AAT GTG ATC GTC GCA GCG GCG GAG GCC AAG GTC CGG CGG GTT GTG TTC	507	
Asn Val Ile Val Ala Ala Ala Glu Ala Lys Val Arg Arg Val Val Phe		
110	115	120
ACC TCC TCC ATC GGT GCA GTC ACC ATG GAC CCC AAC CGG GCA GAC GTT	555	
Thr Ser Ser Ile Gly Ala Val Thr Met Asp Pro Asn Arg Ala Asp Val		
125	130	135
GTG GTG GAC GAG TCT TGT TGG AGC GAC CTC GAA TTT TGC AAG AGC ACT	603	
Val Val Asp Glu Ser Cys Trp Ser Asp Leu Glu Phe Cys Lys Ser Thr		
145	150	155
AAG AAC TGG TAT TGC TAC GGC AAG GCA GTG GCG GAG AAG GCC GCT TGG	651	
Lys Asn Trp Tyr Cys Tyr Gly Lys Ala Val Ala Glu Lys Ala Ala Trp		
160	165	170
CCA GAG GGC AAG GAG AGA GGG GTT GAC CTC GTG GTG ATT AAC CCT GTG	699	
Pro Glu Gly Lys Glu Arg Gly Val Asp Leu Val Val Ile Asn Pro Val		
175	180	185
CTC GTG CTT GGA CCG CTC CTT CAG TCG ACG ATC AAT GCG AGC ATC ATC	747	
Leu Val Leu Gly Pro Leu Leu Gln Ser Thr Ile Asn Ala Ser Ile Ile		
190	195	200
CAC ATC CTC AAG TAC TTG ACT GGC TCA GCC AAG ACC TAC GCC AAC TCG	795	
His Ile Leu Lys Tyr Leu Thr Gly Ser Ala Lys Thr Tyr Ala Asn Ser		
205	210	215
220		
GTC CAG GCG TAC GTG CAC GTC AAG GAC GTC GCG CTT GCC CAC GTC CTT	843	
Val Gln Ala Tyr Val His Val Lys Asp Val Ala Leu Ala His Val Leu		
225	230	235
GTC TTG GAG ACC CCA TCC GCC TCA GGC CGC TAT TTG TGC GCC GAG AGC	891	
Val Leu Glu Thr Pro Ser Ala Ser Gly Arg Tyr Leu Cys Ala Glu Ser		
240	245	250
GTC CTC CAC CGT GGC GAT GTG GTG GAA ATC CTT GCC AAG TTC TTC CCT	939	
Val Leu His Arg Gly Asp Val Val Glu Ile Leu Ala Lys Phe Phe Pro		
255	260	265

- 44 -

GAG TAT AAT GTA CCG ACC AAG TGC TCT GAT GAG GTG AAC CCA AGA GTA
 Glu Tyr Asn Val Pro Thr Lys Cys Ser Asp Glu Val Asn Pro Arg Val 987
 270 275 280

AAA CCA TAC AAG TTC TCC AAC CAG AAG CTG AGA GAC TTG GGG CTC GAG 1035
 Lys Pro Tyr Lys Phe Ser Asn Gln Lys Leu Arg Asp Leu Gly Leu Glu
 285 290 295 300

TTC ACC CCG GTG AAG CAG TGC CTG TAC GAA ACT GTC AAG AGC TTG CAG 1083
 Phe Thr Pro Val Lys Gln Cys Leu Tyr Glu Thr Val Lys Ser Leu Gln
 305 310 315

GAG AAA GGC CAC CTA CCA GTC CCC TCC CCG CCG GAA GAT TCG GTG CGT 1121
 Glu Lys Gly His Leu Pro Val Pro Ser Pro Pro Glu Asp Ser Val Arg
 320 325 330

ATT CAG GGA TGATCTTAGA TCCATCACGG TGCGCATTG TAATCCGGAG 1180
 Ile Gln Gly
 335

AAATGAGAGA AACATGTGGG AATTTGTTTG TACTTTCTA AGTCAAACCT GGAGATACCA 1240

ACCCCTGAGTT CTGCATTGGA ATGGAAGTTG TCAATTGTTG CAAAAAAA AAAAAAA 1297

(2) INFORMATION POUR LA SEQ ID NO: 6:

(i) CARACTERISTIQUES DE LA SEQUENCE:

- (A) LONGUEUR: 335 acides aminés
- (B) TYPE: acide aminé
- (D) CONFIGURATION: linéaire

(ii) TYPE DE MOLECULE: protéine

(xi) DESCRIPTION DE LA SEQUENCE: SEQ ID NO: 6:

Met Pro Val Asp Ala Leu Pro Gly Ser Gly Gln Thr Val Cys Val Thr
 1 5 10 15

- 45 -

Gly Ala Gly Gly Phe Ile Ala Ser Trp Ile Val Lys Leu Leu Leu Glu
20 25 30

Arg Gly Tyr Thr Val Arg Gly Thr Val Arg Asn Pro Asp Asp Pro Lys
35 40 45

Asn Gly His Leu Arg Asp Leu Glu Gly Ala Ser Glu Arg Leu Thr Leu
50 55 60

Tyr Lys Gly Asp Leu Met Asp Tyr Gly Ser Leu Glu Glu Ala Ile Lys
65 70 75 80

Gly Cys Asp Gly Val Val His Thr Ala Ser Pro Val Thr Asp Asp Pro
85 90 95

Glu Gln Met Val Glu Pro Ala Val Ile Gly Thr Lys Asn Val Ile Val
100 105 110

Ala Ala Ala Glu Ala Lys Val Arg Arg Val Val Phe Thr Ser Ser Ile
115 120 125

Gly Ala Val Thr Met Asp Pro Asn Arg Ala Asp Val Val Val Asp Glu
130 135 140

Ser Cys Trp Ser Asp Leu Glu Phe Cys Lys Ser Thr Lys Asn Trp Tyr
145 150 155 160

Cys Tyr Gly Lys Ala Val Ala Glu Lys Ala Ala Trp Pro Glu Gly Lys
165 170 175

Glu Arg Gly Val Asp Leu Val Val Ile Asn Pro Val Leu Val Leu Gly
180 185 190

Pro Leu Leu Gln Ser Thr Ile Asn Ala Ser Ile Ile His Ile Leu Lys
195 200 205

Tyr Leu Thr Gly Ser Ala Lys Thr Tyr Ala Asn Ser Val Gln Ala Tyr
210 215 220

- 46 -

Val His Val Lys Asp Val Ala Leu Ala His Val Leu Val Leu Glu Thr
 225 230 235 240

Pro Ser Ala Ser Gly Arg Tyr Leu Cys Ala Glu Ser Val Leu His Arg
 245 250 255

Gly Asp Val Val Glu Ile Leu Ala Lys Phe Phe Pro Glu Tyr Asn Val
 260 265 270

Pro Thr Lys Cys Ser Asp Glu Val Asn Pro Arg Val Lys Pro Tyr Lys
 275 280 285

Phe Ser Asn Gln Lys Leu Arg Asp Leu Gly Leu Glu Phe Thr Pro Val
 290 295 300

Lys Gln Cys Leu Tyr Glu Thr Val Lys Ser Leu Gln Glu Lys Gly His
 305 310 315 320

Leu Pro Val Pro Ser Pro Pro Glu Asp Ser Val Arg Ile Gin Gly
 325 330 335

(2) INFORMATION POUR LA SEQ ID NO: 7:

(i) CARACTERISTIQUES DE LA SEQUENCE:

- (A) LONGUEUR: 1376 paires de bases
- (B) TYPE: acide nucléique
- (C) NOMBRE DE BRINS: simple
- (D) CONFIGURATION: linéaire

(ii) TYPE DE MOLECULE: ADNC pour ARNm

(ix) CARACTERISTIQUE ADDITIONNELLE:

- (A) NOM/CLE: CDS
- (B) EMPLACEMENT: 99..1112

(xi) DESCRIPTION DE LA SEQUENCE: SEQ ID NO: 7:

GAAAAACACAC CTCCTCTCTT CTTTGTCTCT GTCTGTTCTC CACTTCCCCA GTCACCAAAC

- 47 -

TCGTATGCAT ATAATTACAT TTATCTAAAT ATAACAAAC ATG CCT GTT GAT GCT	113
Met Pro Val Asp Ala	
1 5	
TCA TCA CTT TCA GGC CAA GGC CAA ACT ATC TGT GTC ACC GGG GGT GGT	161
Ser Ser Leu Ser Gly Gln Gly Gln Thr Ile Cys Val Thr Gly Gly Gly	
10 15 20	
GGT TTC ATT GCT TCT TGG ATG GTT AAA CTT CTT TTA GAT AIA GGT TAC	209
Gly Phe Ile Ala Ser Trp Met Val Lys Leu Leu Leu Asp Lys Gly Tyr	
25 30 35	
ACT GTT AGA GGA ACT GCG AGG AAC CCA GCT GAT CCC AAG AAT TCT CAT	257
Thr Val Arg Gly Thr Ala Arg Asn Pro Ala Asp Pro Lys Asn Ser His	
40 45 50	
TTG AGG GAG CTT GAA GGA GCT GAA GAA AGA TTA ACT TTA TGC AAA GCT	305
Leu Arg Glu Leu Glu Gly Ala Glu Glu Arg Leu Thr Leu Cys Lys Ala	
55 60 65	
GAT CTT CTT GAT TAT GAG TCT CTT AAA GAG GGT ATT CAA GGG TGT GAT	353
Asp Leu Leu Asp Tyr Glu Ser Leu Lys Glu Gly Ile Gln Gly Cys Asp	
70 75 80 85	
GGT GTT TTC CAC ACT GCT TCT CCT GTC ACA GAT GAT CCG GAA GAA ATG	401
Gly Val Phe His Thr Ala Ser Pro Val Thr Asp Asp Pro Glu Glu Met	
90 95 100	
GTG GAG CCA GCA GTG AAC GGG ACC AAA AAT GTG ATA ATT GCG GCG GCT	449
Val Glu Pro Ala Val Asn Gly Thr Lys Asn Val Ile Ile Ala Ala Ala	
105 110 115	
GAG GCC AAA GTC CGA CGA GTG GTG TTC ACG TCA TCA ATT GGC GCT GTG	497
Glu Ala Lys Val Arg Arg Val Val Phe Thr Ser Ser Ile Gly Ala Val	
120 125 130	
TAC ATG GAT CCC AAT AAG GGC CCA GAT GTT GTC ATT GAT GAG TCT TGC	545
Tyr Met Asp Pro Asn Lys Gly Pro Asp Val Val Ile Asp Glu Ser Cys	
135 140 145	

- 48 -

TGG AGT GAT CTT GAA TTC TGC AAG AAC ACC AAG AAT TGG TAT TGC TAT 593
 Trp Ser Asp Leu Glu Phe Cys Lys Asn Thr Lys Asn Trp Tyr Cys Tyr
 150 155 160 165

GGA AAG GCT GTG GCA GAA CAA GCT GCA TGG GAT ATG GCT AAG GAG AAA 641
 Gly Lys Ala Val Ala Glu Gin Ala Ala Trp Asp Met Ala Lys Glu Lys
 170 175 180

GGG GTG GAC CTA GTG GTG GTT AAC CCA GTG CTG GTG CTT GGA CCA TTG 689
 Gly Val Asp Leu Val Val Val Asn Pro Val Leu Val Leu Gly Pro Leu
 185 190 195

TTG CAG CCC ACT GTC AAT GCT AGC ATC ACT CAC ATC CTC AAG TAC CTC 737
 Leu Gln Pro Thr Val Asn Ala Ser Ile Thr His Ile Leu Lys Tyr Leu
 200 205 210

ACC GGC TCA GCC AAG ACA TAT GCT AAC TCT GTT CAA GCT TAT GTG CAT 785
 Thr Gly Ser Ala Lys Thr Tyr Ala Asn Ser Val Gln Ala Tyr Val His
 215 220 225

GTT AGG GAT GTG GCA CTA GCC CAC ATT TTA GTC TTT GAG ACG CCT TCC 833
 Val Arg Asp Val Ala Leu Ala His Ile Leu Val Phe Glu Thr Pro Ser
 230 235 240 245

GCC TCC GGC CGT TAC CTT TGC TCT GAG AGC GTT CTC CAC CGT GGA GAG 881
 Ala Ser Gly Arg Tyr Leu Cys Ser Glu Ser Val Leu His Arg Gly Glu
 250 255 260

GTG GTG GAA ATC CTT GCA AAG TTC TTC CCT GAG TAC CCC ATC CCT ACC 929
 Val Val Glu Ile Leu Ala Lys Phe Phe Pro Glu Tyr Pro Ile Pro Thr
 265 270 275

AAG TGC TCA GAT GAG AAG AAC CCA AGA AAA CAA CCT TAC AAG TTC TCA 977
 Lys Cys Ser Asp Glu Lys Asn Pro Arg Lys Gln Pro Tyr Lys Phe Ser
 280 285 290

AAC CAG AAG CTA AGG GAT CTG GGT TTC GAA TTC ACC CCA GTA AAG CAG 1025
 Asn Gln Lys Leu Arg Asp Leu Gly Phe Glu Phe Thr Pro Val Lys Gln
 295 300 305

- 49 -

TGT CTG TAT GAA ACT GTT AAG AGT TTG CAG GAA AAG GGT CAC CTT CCA	1073		
Cys Leu Tyr Glu Thr Val Lys Ser Leu Gln Glu Lys Gly His Leu Pro			
310	315	320	325
ATC CCA AAA CAA GCT GCA GAA GAG TCT TTG AAA ATT CAA TAAGGCCTCT	1122		
Ile Pro Lys Gin Ala Ala Glu Glu Ser Leu Lys Ile Gin			
330	335		
TGGAAC TATT TATTAGGATT GTTCCATACC CCAAGTTGG ATCGCAAATG CTAGGGAAAG	1182		
GACCATATTA AAGAATGCCA ATGTGCAGGT GTTTTAGTAT TTTACATGAA GAACTCTGAT	1242		
TATCCTTGTG CTTATAATAA TTTTTTCAA GTGAGTGTCT TCAAATGTT AACTTGTATT	1302		
TGTGGTTGTC TAACTTTATC CAGTTCAAT ATAAAAGAGG AACGATTCTA TGTCTTAAAA	1362		
AAAAAAA AAAAA	1376		

(2) INFORMATION POUR LA SEQ ID NO: 8:

(i) CARACTERISTIQUES DE LA SEQUENCE:

- (A) LONGUEUR: 338 acides aminés
- (B) TYPE: acide aminé
- (D) CONFIGURATION: linéaire

(ii) TYPE DE MOLECULE: protéine

(xi) DESCRIPTION DE LA SEQUENCE: SEQ ID NO: 8:

Met Pro Val Asp Ala Ser Ser Leu Ser Gly Gln Gly Gln Thr Ile Cys			
1	5	10	15

Val Thr Gly Gly Gly Gly Phe Ile Ala Ser Trp Met Val Lys Leu Leu		
20	25	30

Leu Asp Lys Gly Tyr Thr Val Arg Gly Thr Ala Arg Asn Pro Ala Asp		
35	40	45

- 50 -

Pro Lys Asn Ser His Leu Arg Glu Leu Glu Gly Ala Glu Glu Arg Leu
50 55 60

Thr Leu Cys Lys Ala Asp Leu Leu Asp Tyr Glu Ser Leu Lys Glu Gly
65 70 75 80

Ile Gln Gly Cys Asp Gly Val Phe His Thr Ala Ser Pro Val Thr Asp
85 90 95

Asp Pro Glu Glu Met Val Glu Pro Ala Val Asn Gly Thr Lys Asn Val
100 105 110

Ile Ile Ala Ala Ala Glu Ala Lys Val Arg Arg Val Val Phe Thr Ser
115 120 125

Ser Ile Gly Ala Val Tyr Met Asp Pro Asn Lys Gly Pro Asp Val Val
130 135 140

Ile Asp Glu Ser Cys Trp Ser Asp Leu Glu Phe Cys Lys Asn Thr Lys
145 150 155 160

Asn Trp Tyr Cys Tyr Gly Lys Ala Val Ala Glu Gln Ala Ala Trp Asp
165 170 175

Met Ala Lys Glu Lys Gly Val Asp Leu Val Val Val Asn Pro Val Leu
180 185 190

Val Leu Gly Pro Leu Leu Gln Pro Thr Val Asn Ala Ser Ile Thr His
195 200 205

Ile Leu Lys Tyr Leu Thr Gly Ser Ala Lys Thr Tyr Ala Asn Ser Val
210 215 220

Gln Ala Tyr Val His Val Arg Asp Val Ala Leu Ala His Ile Leu Val
225 230 235 240

Phe Glu Thr Pro Ser Ala Ser Gly Arg Tyr Leu Cys Ser Glu Ser Val
245 250 255

- 51 -

Leu His Arg Gly Glu Val Val Glu Ile Leu Ala Lys Phe Phe Pro Glu
260 265 270

Tyr Pro Ile Pro Thr Lys Cys Ser Asp Glu Lys Asn Pro Arg Lys Gln
275 280 285

Pro Tyr Lys Phe Ser Asn Gln Lys Leu Arg Asp Leu Gly Phe Glu Phe
290 295 300

Thr Pro Val Lys Gln Cys Leu Tyr Glu Thr Val Lys Ser Leu Gln Glu
305 310 315 320
Lys Gly His Leu Pro Ile Pro Lys Gln Ala Ala Glu Glu Ser Leu Lys
325 330 335

Ile Gln

(2) INFORMATION POUR LA SEQ ID NO: 9:

(i) CARACTERISTIQUES DE LA SEQUENCE:

- (A) LONGUEUR: 1273 paires de bases
- (B) TYPE: acide nucléique
- (C) NOMBRE DE BRINS: simple
- (D) CONFIGURATION: linéaire

(ii) TYPE DE MOLECULE: ADNc pour ARNm

(ix) CARACTERISTIQUE ADDITIONNELLE:

- (A) NOM/CLE: CDS
- (B) EMPLACEMENT: 66..1091

(xi) DESCRIPTION DE LA SEQUENCE: SEQ ID NO: 9:

TCGTAGCTCT TCCCTTTCAC CAACAAGCTA GTTTAGACAA GTACAGTGTT ACTGTAAGAG 60

CAACA ATG ACC GTT GTC GAC GCC GCC GCG CCG CAG CTG CCT GGC CAT 107
Met Thr Val Val Asp Ala Ala Ala Pro Gln Leu Pro Gly His

- 52 -

GGG CAG ACC GTG TGC GTC ACC GGC GCC GCG GGG TAC ATC GCG TCG GGG
 Gly Gln Thr Val Cys Val Thr Gly Ala Ala Gly Tyr Ile Ala Ser Gly 155
 15 20 25 30

CTC GTC AAG CTG CTC CTG GAG AGA GGC TAC ACC GTG AAG GGC ACA GTG
 Leu Val Lys Leu Leu Glu Arg Gly Tyr Thr Val Lys Gly Thr Val 203
 35 40 45

AGG AAC CCA GAT GAT CCC AAG AAC GCC CAC CTG AAG GCG CTG GAC GGC
 Arg Asn Pro Asp Asp Pro Lys Asn Ala His Leu Lys Ala Leu Asp Gly 251
 50 55 60

GCC ACC AAG AGG CTG ATC CTC TGC AAA GCC GAC CTC CTC GAC TAC GAC
 Ala Thr Lys Arg Leu Ile Leu Cys Lys Ala Asp Leu Leu Asp Tyr Asp 299
 65 70 75

GCC ATA TGC GCC GCC GTC GAG GGC TGC CAC GGC GTG TTT CAC ACC GCC
 Ala Ile Cys Ala Ala Val Glu Gly Cys His Gly Val Phe His Thr Ala 347
 80 85 90

TCT CCA GTC ACC GAT GAT CCT GAG CAG ATG GTG GAG CCG GCG GTG CGG
 Ser Pro Val Thr Asp Asp Pro Glu Gln Met Val Glu Pro Ala Val Arg 395
 95 100 105 110

GCG ACG GAG TAC GTG ATC AAC GCG GCA GCG GAT GCG GGA ACG GTG CGC
 Gly Thr Glu Tyr Val Ile Asn Ala Ala Asp Ala Gly Thr Val Arg 443
 115 120 125

CGG GTG GTG TTC ACG TCG TCA ATC GGT GCC ATC ACC ATG GAC CCC AAC
 Arg Val Val Phe Thr Ser Ser Ile Gly Ala Ile Thr Met Asp Pro Asn 491
 130 135 140

CGC GGT CCT GAC GTA GTC GTC AAT GAG TCC TGC TGG AGC GAC CTC GAA
 Arg Gly Pro Asp Val Val Val Asn Glu Ser Cys Trp Ser Asp Leu Glu 539
 145 150 155

TTC TGC AAG AAA ACC AAG AAC TGG TAC TGC TAC GGC AAG GCC GTG GCG
 Phe Cys Lys Lys Thr Lys Asn Trp Tyr Cys Tyr Gly Lys Ala Val Ala 587
 160 165 170

- 53 -

GAG CAG GCT GCG TGG GAG GCG GCC AGG AAG CGC GGC ATC GAC CTC GTC	635
Glu Gln Ala Ala Trp Glu Ala Ala Arg Lys Arg Gly Ile Asp Leu Val	
175 180 185 190	
 GTC GTG AAC CCT GTG CTC GTG GTA GGG CCG CTG CTG CAA CCA ACG GTG	683
Val Val Asn Pro Val Leu Val Val Gly Pro Leu Leu Gln Pro Thr Val	
195 200 205	
 AAC GCT AGC GCC GCA CAC ATC CTC AAG TAC CTC GAC GGC TCG GCC AAG	731
Asn Ala Ser Ala Ala His Ile Leu Lys Tyr Leu Asp Gly Ser Ala Lys	
210 215 220	
 AAG TAC GCC AAC GCT GTG CAG TCA TAC GTA GAC GTG CGT GAC GTA GCC	779
Lys Tyr Ala Asn Ala Val Gln Ser Tyr Val Asp Val Arg Asp Val Ala	
225 230 235	
 GGC GCG CAC ATC CGG GTG TTC GAG GCG CCT GAG GCG TCG GGC CGG TAC	827
Gly Ala His Ile Arg Val Phe Glu Ala Pro Glu Ala Ser Gly Arg Tyr	
240 245 250	
 CTC TGC GCC GAG CGC GTG CTG CAC CGT GGG GAC GTT GTC CAA ATC CTC	875
Leu Cys Ala Glu Arg Val Leu His Arg Gly Asp Val Val Gln Ile Leu	
255 260 265 270	
 AGC AAA CTC TTG CCT GAG TAC CCT GTG CCA ACA AGG TGC TCT GAT GAA	923
Ser Lys Leu Leu Pro Glu Tyr Pro Val Pro Thr Arg Cys Ser Asp Glu	
275 280 285	
 GTG AAC CCA CGG AAG CAG CCT TAT AAG ATG TCC AAC CAG AAG CTG CAG	971
Val Asn Pro Arg Lys Gln Pro Tyr Lys Met Ser Asn Gln Lys Leu Gln	
290 295 300	
 GAT CTT GGC CTC CAG TTC ACT CCT GTG AAC GAC TCT CTG TAT GAG ACC	1019
Asp Leu Gly Leu Gln Phe Thr Pro Val Asn Asp Ser Leu Tyr Glu Thr	
305 310 315	
 GTG AAG AGC CTC CAG GAG AAG GGA CAT CTC CTA GTA CCA AGC AAA CCC	1067
Val Lys Ser Leu Gln Glu Lys Gly His Leu Leu Val Pro Ser Lys Pro	
320 325 330	

- 54 -

GAG GGA TTA AAC GGT GTA ACG GCA TGATACTGCT AAAGAAGCAG CAGAGTTCAC 1121
 Glu Gly Leu Asn Gly Val Thr Ala
 335 340

GTGCTCCTGT AACATGGTCA AACATGAGTT GTTTTCTGT ATAAATTCTA TCCAGTATCG 1181

TGTTATTTAA GTGAACTAAG AGAACAGAAAT ATTGTATCAT CTTCGATGTC CAATACCTGG 1241

AAGTGATTTG TTTTGCCACC TAAAAAAA AA 1273

(2. INFORMATION POUR LA SEQ ID NO: 10:

(i) CARACTERISTIQUES DE LA SEQUENCE:

- (A) LONGUEUR: 342 acides aminés
- (B) TYPE: acide aminé
- (C) CONFIGURATION: linéaire

(ii) TYPE DE MOLECULE: protéine

(xi) DESCRIPTION DE LA SEQUENCE: SEQ ID NO: 10:

Met Thr Val Val Asp Ala Ala Ala Pro Gln Leu Pro Gly His Gly Gln
 1 5 10 15

Thr Val Cys Val Thr Gly Ala Ala Gly Tyr Ile Ala Ser Gly Leu Val
 20 25 30

LYS Leu Leu Leu Glu Arg Gly Tyr Thr Val Lys Gly Thr Val Arg Asn
 35 40 45

Pro Asp Asp Pro Lys Asn Ala His Leu Lys Ala Leu Asp Gly Ala Thr
 50 55 60

LYS Arg Leu Ile Leu Cys Lys Ala Asp Leu Leu Asp Tyr Asp Ala Ile
 65 70 75 80

Cys Ala Ala Val Glu Gly Cys His Gly Val Phe His Thr Ala Ser Pro
 85 90 95

- 55 -

Val Thr Asp Asp Pro Glu Gln Met Val Glu Pro Ala Val Arg Gly Thr
100 105 110

Glu Tyr Val Ile Asn Ala Ala Asp Ala Gly Thr Val Arg Arg Val
115 120 125

Val Phe Thr Ser Ser Ile Gly Ala Ile Thr Met Asp Pro Asn Arg Gly
130 135 140

Pro Asp Val Val Val Asn Glu Ser Cys Trp Ser Asp Leu Glu Phe Cys
145 150 155 160

Lys Lys Thr Lys Asn Trp Tyr Cys Tyr Gly Lys Ala Val Ala Glu Gln
165 170 175

Ala Ala Trp Glu Ala Ala Arg Lys Arg Gly Ile Asp Leu Val Val Val
180 185 190

Asn Pro Val Leu Val Val Gly Pro Leu Leu Gln Pro Thr Val Asn Ala
195 200 205

Ser Ala Ala His Ile Leu Lys Tyr Leu Asp Gly Ser Ala Lys Lys Tyr
210 215 220

Ala Asn Ala Val Gln Ser Tyr Val Asp Val Arg Asp Val Ala Gly Ala
225 230 235 240

His Ile Arg Val Phe Glu Ala Pro Glu Ala Ser Gly Arg Tyr Leu Cys
245 250 255

Ala Glu Arg Val Leu His Arg Gly Asp Val Val Gln Ile Leu Ser Lys
260 265 270

Leu Leu Pro Glu Tyr Pro Val Pro Thr Arg Cys Ser Asp Glu Val Asn
275 280 285

Pro Arg Lys Gln Pro Tyr Lys Met Ser Asn Gln Lys Leu Gln Asp Leu
290 295 300

- 56 -

Gly Leu Gln Phe Thr Pro Val Asn Asp Ser Leu Tyr Glu Thr Val Lys
 305 310 315 320

Ser Leu Gln Glu Lys Gly His Leu Leu Val Pro Ser Lys Pro Glu Gly
 325 330 335

Leu Asn Gly Val Thr Ala
 340

(2) INFORMATION POUR LA SEQ ID NO: 11:

(i) CARACTERISTIQUES DE LA SEQUENCE:

- (A) LONGUEUR: 1293 paires de bases
- (B) TYPE: acide nucléique
- (C) NOMBRE DE BRINS: simple
- (D) CONFIGURATION: linéaire

(ii) TYPE DE MOLECULE: ADNC pour ARNm

(ix) CARACTERISTIQUE ADDITIONNELLE:

- (A) NOM/CLE: CDS
- (B) EMPLACEMENT: 95..1108

(xi) DESCRIPTION DE LA SEQUENCE: SEQ ID NO: 11:

CCGAGCCTAT TTCTTCCCTA TATCCACTCA TCCTTGCTT ATATCATCAT CATCATCATC 60

TACCTAAACC TGAGCTAAC AGAAAAGTAA TACC ATG CCG TCA GTT TCC GGC 112
 Met Pro Ser Val Ser Gly
 1 5

CAA ATC GTT TGT ACT GGC GCC GGA GGT TTC ATC GCC TCT TGG CTC 160
 Gln Ile Val Cys Val Thr Gly Ala Gly Gly Phe Ile Ala Ser Trp Leu
 10 15 20

GTT AAA ATT CTT CTG GAA AAA GGC TAC ACT GTT AGA GGA ACA GTA CGA 208
 Val Lys Ile Leu Leu Glu Lys Gly Tyr Thr Val Arg Gly Thr Val Arg
 25 30 35

- 57 -

AAT CCA GAT GAT CGA AAA AAT AGT CAT TTG AGG GAG CTT GAA CGA GCA	256	
Asn Pro Asp Asp Arg Lys Asn Ser His Leu Arg Glu Leu Glu Arg Ala		
40	45	50
AAA GAG ACA TTG ACT CTG TGC AGA GCT GAT CTT CTT GAT TTT CAG AGT	304	
Lys Glu Thr Leu Thr Leu Cys Arg Ala Asp Leu Leu Asp Phe Gln Ser		
55	60	65
65	70	
TTG CGA GAA GCA ATC AGC GGC TGT GAC GGA GTT TTC CAC ACA CGT TCT	352	
Leu Arg Glu Ala Ile Ser Gly Cys Asp Gly Val Phe His Thr Arg Ser		
75	80	85
CCT GTC ACT GAT GAT CCA GAA CAA ATG GTG GAG CCA GCA GTT ATT GGT	400	
Pro Val Thr Asp Asp Pro Glu Gln Met Val Glu Pro Ala Val Ile Gly		
90	95	100
ACA AAG AAT GTG ATA ACG GCA GCA GCA GAG GCC AAG GTG CGA CGT GTG	448	
Thr Lys Asn Val Ile Thr Ala Ala Ala Glu Ala Lys Val Arg Arg Val		
105	110	115
GTG TTC ACT TCG TCA ATT GGT GCT GTG TAT ATG GAC CCA AAC AGG GAC	496	
Val Phe Thr Ser Ser Ile Gly Ala Val Tyr Met Asp Pro Asn Arg Asp		
120	125	130
CCT GAT AAG GTT GTC GAC GAG ACT TGT TGG AGT GAT CCT GAC TTC TGC	544	
Pro Asp Lys Val Val Asp Glu Thr Cys Trp Ser Asp Pro Asp Phe Cys		
135	140	145
145	150	
AAA AAC ACC AAG AAT TGG TAT TGT TAT GGG AAG ATG GTG GCA GAA CAA	592	
Lys Asn Thr Lys Asn Trp Tyr Cys Tyr Gly Lys Met Val Ala Glu Gln		
155	160	165
GCA GCA TGG GAC GAA GCA AGG GAG AAA GGA GTC GAT TTG GTG GCA ATC	640	
Ala Ala Trp Asp Glu Ala Arg Glu Lys Gly Val Asp Leu Val Ala Ile		
170	175	180
AAC CCA GTG TTG GTG CTT GGA CCA CTG CTC CAA CAG AAT GTG AAT GCC	688	
Asn Pro Val Leu Val Leu Gly Pro Leu Leu Gln Gln Asn Val Asn Ala		
185	190	195

AGT GTT CTT CAC ATC CAC AAG TAC CTA ACT GGC TCT GCT AAA ACA TAT
 Ser Val Leu His Ile His Lys Tyr Leu Thr Gly Ser Ala Lys Thr Tyr
 200 205 210

736

ACG TCC AAT TCA CTT CAG GCA TAT GTT CAT GTC AGG GAT GTG GCT TTA
 Thr Ser Asn Ser Leu Gln Ala Tyr Val His Val Arg Asp Val Ala Leu
 215 220 225 230

784

CGT CAC ATA CTT GTG TAC GAG ACA CCT TCT GCA TCT GGC CGT TAT CTC
 Arg His Ile Leu Val Tyr Glu Thr Pro Ser Ala Ser Gly Arg Tyr Leu
 235 240 245

832

TGT GCC GAG AGT GTG CTG CAT CGC TGC GAT GTG GTT GAA ATT CTC GCC
 Cys Ala Glu Ser Val Leu His Arg Cys Asp Val Val Glu Ile Leu Ala
 250 255 260

880

AAA TTC TTC CCG GAG TAT CCT ATC CCC ACC AAG TGT TCA GAT GTG ACG
 Lys Phe Phe Pro Glu Tyr Pro Ile Pro Thr Lys Cys Ser Asp Val Thr
 265 270 275

928

AAG CCA AGG GTA AAA CCG TAC AAA TTC TCA AAC CAA AAG CTA AAG GAT
 Lys Pro Arg Val Lys Pro Tyr Lys Phe Ser Asn Gln Lys Leu Lys Asp
 280 285 290

976

TTG GGT CTG GAG TTT ACA CCA GTA CAA TGC TTA TAT GAA ACG GTG AAG
 Leu Gly Leu Glu Phe Thr Pro Val Gln Cys Leu Tyr Glu Thr Val Lys
 295 300 305 310

1024

AGT CTA CAA GAG AAA GGT CAC CTT CCA ATT CCT ACT CAA AAG GAT GAG
 Ser Leu Gln Glu Lys Gly His Leu Pro Ile Pro Thr Gln Lys Asp Glu
 315 320 325

1072

ATT ATT CGA ATT CAG TCT GAG AAA TTC AGA AGC TCT TAGCATGTAT
 Ile Ile Arg Ile Gln Ser Glu Lys Phe Arg Ser Ser
 330 335

1118

TGAGGAAAAG GGATCAATGG TTAAAGTTGA CCATGGCGTT GTCCCTTAT GTACCAAGAC

1178

CAAATGCACC TAGAAATTAA CTTGTCTACT CTGTTGTACT TTTACTTGTC ATGGAAATGT

1238

- 59 -

TTTTAGTGT TTCATTGTTA TGAGATATAT TTTGGTGTAA AAAAAAAA AAAAAA

1293

(2) INFORMATION POUR LA SEQ ID NO: 12:

(i) CARACTERISTIQUES DE LA SEQUENCE:

(A) LONGUEUR: 338 acides aminés

(B) TYPE: acide aminé

(C) CONFIGURATION: linéaire

(ii) TYPE DE MOLECULE: protéine

(xi) DESCRIPTION DE LA SEQUENCE: SEQ ID NO: 12:

Met	Pro	Ser	Vai	Ser	Gly	Gln	Ile	Vai	Cys	Val	Thr	Gly	Ala	Gly	Gly
1															15

5

10

15

Phe	Ile	Ala	Ser	Trp	Leu	Val	Lys	Ile	Leu	Leu	Glu	Lys	Gly	Tyr	Thr
20															30

20

25

30

Val	Arg	Gly	Thr	Val	Arg	Asn	Pro	Asp	Asp	Arg	Lys	Asn	Ser	His	Leu
35															45

35

40

45

Arg	Glu	Leu	Glu	Arg	Ala	Lys	Glu	Thr	Leu	Thr	Leu	Cys	Arg	Ala	Asp
50															60

50

55

60

Leu	Leu	Asp	Phe	Gln	Ser	Leu	Arg	Glu	Ala	Ile	Ser	Gly	Cys	Asp	Gly
65															80

65

70

75

80

Val	Phe	His	Thr	Arg	Ser	Pro	Val	Thr	Asp	Asp	Pro	Glu	Gln	Met	Val
85															95

85

90

95

Glu	Pro	Ala	Val	Ile	Gly	Thr	Lys	Asn	Val	Ile	Thr	Ala	Ala	Glu	
100															110

100

105

110

Ala	Lys	Val	Arg	Arg	Val	Val	Phe	Thr	Ser	Ser	Ile	Gly	Ala	Val	Tyr
115															125

115

120

125

- 60 -

Met Asp Pro Asn Arg Asp Pro Asp Lys Val Val Asp Glu Thr Cys Trp
130 135 140

Ser Asp Pro Asp Phe Cys Lys Asn Thr Lys Asn Trp Tyr Cys Tyr Gly
145 150 155 160

Lys Met Val Ala Glu Gln Ala Ala Trp Asp Glu Ala Arg Glu Lys Gly
165 170 175

Val Asp Leu Val Ala Ile Asn Pro Val Leu Val Leu Gly Pro Leu Leu
180 185 190

Gln Gln Asn Val Asn Ala Ser Val Leu His Ile His Lys Tyr Leu Thr
195 200 205

Gly Ser Ala Lys Thr Tyr Thr Ser Asn Ser Leu Gln Ala Tyr Val His
210 215 220

Val Arg Asp Val Ala Leu Arg His Ile Leu Val Tyr Glu Thr Pro Ser
225 230 235 240

Ala Ser Gly Arg Tyr Leu Cys Ala Glu Ser Val Leu His Arg Cys Asp
245 250 255

Val Val Glu Ile Leu Ala Lys Phe Phe Pro Glu Tyr Pro Ile Pro Thr
260 265 270

Lys Cys Ser Asp Val Thr Lys Pro Arg Val Lys Pro Tyr Lys Phe Ser
275 280 285

Asn Gln Lys Leu Lys Asp Leu Gly Leu Glu Phe Thr Pro Val Gln Cys
290 295 300

Leu Tyr Glu Thr Val Lys Ser Leu Gln Glu Lys Gly His Leu Pro Ile
305 310 315 320

Pro Thr Gln Lys Asp Glu Ile Ile Arg Ile Gln Ser Glu Lys Phe Arg
325 330 335

Ser Ser

- 61 -

(2) INFORMATION POUR LA SEQ ID NO: 13:

(i) CARACTERISTIQUES DE LA SEQUENCE:

- (A) LONGUEUR: 1297 paires de bases
- (B) TYPE: acide nucléique
- (C) NOMBRE DE BRINS: double
- (D) CONFIGURATION: linéaire

(ii) TYPE DE MOLECULE: ADNc pour ARNm

(ix) CARACTERISTIQUE ADDITIONNELLE:

- (A) NOM/CLE: CDS
- (B) EMPLACEMENT: 136..1140

(xi) DESCRIPTION DE LA SEQUENCE: SEQ ID NO: 13:

CGGCCGGGAC GACCCGTTCC TCTTCTTCCG GGTCACCGTC ACCATGTTAC ACAACATCTC	60
CGGCTAAAAA AAAAAGGAAA AAAAGCGCAA CCTCCACCTC CTGAACCCCT CTCCCCCCTC	120
GCCGGCAATC CCACC ATG CCC GTC GAC GCC CTC CCC GGT TCC GGC CAG ACC	171
Met Pro Val Asp Ala Leu Pro Gly Ser Gly Gln Thr	
1 5 10	
GTC TGC GTC ACC GGC GCC GGC GGG TTC ATC GCC TCC TGG ATT GTC AAG	219
Val Cys Val Thr Gly Ala Gly Phe Ile Ala Ser Trp Ile Val Lys	
15 20 25	
CTT CTC CTC GAG CGA GGC TAC ACC GTG CGA GGA ACC GTC AGG AAC CCA	267
Leu Leu Leu Glu Arg Gly Tyr Thr Val Arg Gly Thr Val Arg Asn Pro	
30 35 40	
GAC GAC CCG AAG AAT GGT CAT CTG AGA GAT CTG GAA GGA GCC AGC GAG	315
Asp Asp Pro Lys Asn Gly His Leu Arg Asp Leu Glu Gly Ala Ser Glu	
45 50 55 60	
AGG CTG ACG CTG TAC AAG GGT GAT CTG ATG GAC GAC GGG AGC TTG GAA	363
Arg Leu Thr Leu Tyr Lys Gly Asp Leu Met Asp Asp Gly Ser Leu Glu	
65 70 75	

- 62 -

GAA GCC ATC AAG GGG TGC GAC GGC GTC GTC CAC ACC GCC TCT CCG GTC 411
 Glu Ala Ile Lys Gly Cys Asp Gly Val Val His Thr Ala Ser Pro Val
 80 85 90

ACC GAC GAT CCT GAG CAA ATG GTG GAG CCA GCG GTG ATC GGG ACG AAA 459
 Thr Asp Asp Pro Glu Gln Met Val Glu Pro Ala Val Ile Gly Thr Lys
 95 100 105

AAT GTG ATC GTC GCA GCG GCG GAG GCC AAG GTC CGG CGG GTT GTG TTC 507
 Asn Val Ile Val Ala Ala Ala Glu Ala Lys Val Arg Arg Val Val Phe
 110 115 120

ACC TCC TCC ATC GGT GCA GTC ACC ATG GAC CCC AAC CGG GCA GAC GTT 555
 Thr Ser Ser Ile Gly Ala Val Thr Met Asp Pro Asn Arg Ala Asp Val
 125 130 135 140

GTG GTG GAC GAG TCT TGT TGG AGC GAC CTC GAA TTT TGC AAG AGC ACT 603
 Val Val Asp Glu Ser Cys Trp Ser Asp Leu Glu Phe Cys Lys Ser Thr
 145 150 155

AAG AAC TGG TAT TGC TAC GGC AAG GCA GTG GCG GAG AAG GCC GCT TGG 651
 Lys Asn Trp Tyr Cys Tyr Gly Lys Ala Val Ala Glu Lys Ala Ala Trp
 160 165 170

CCA GAG GGC AAG GAG AGA GGG GTT GAC CTC GTG GTG ATT AAC CCT GTG 699
 Pro Glu Gly Lys Glu Arg Gly Val Asp Leu Val Val Ile Asn Pro Val
 175 180 185

CTC GTG CTT GGA CCG CTC CTT CAG TCG ACG ATC AAT GCG AGC ATC ATC 747
 Leu Val Leu Gly Pro Leu Leu Gln Ser Thr Ile Asn Ala Ser Ile Ile
 190 195 200

CAC ATC CTC AAG TAC TTG ACT GGC TCA GCC AAG ACC TAC GCC AAC TCG 795
 His Ile Leu Lys Tyr Leu Thr Gly Ser Ala Lys Thr Tyr Ala Asn Ser
 205 210 215 220

GTC CAG GCG TAC GTG CAC GTC AAG GAC GTC GCG CTT GCC CAC GTC CTT 843
 Val Gln Ala Tyr Val His Val Lys Asp Val Ala Leu Ala His Val Leu
 225 230 235

- 63 -

GTC TTG GAG ACC CCA TCC GCC TCA GGC CGC TAT TTG TGC GCC GAG AGC	891		
Val Leu Glu Thr Pro Ser Ala Ser Gly Arg Tyr Leu Cys Ala Glu Ser			
240	245	250	
GTC CTC CAC CGT GGC GAT GTG GTG GAA ATC CTT GCC AAG TTC TTC CCT	939		
Val Leu His Arg Gly Asp Val Val Glu Ile Leu Ala Lys Phe Phe Pro			
255	260	265	
GAG TAT AAT GTA CCG ACC AAG TGC TCT GAT GAG GTG AAC CCA AGA GTA	987		
Glu Tyr Asn Val Pro Thr Lys Cys Ser Asp Glu Val Asn Pro Arg Val			
270	275	280	
AAA CCA TAC AAG TTC TCC AAC CAG AAG CTG AGA GAC TTG GGG CTC GAG	1035		
Lys Pro Tyr Lys Phe Ser Asn Gln Lys Leu Arg Asp Leu Gly Leu Glu			
285	290	295	300
TTC ACC CCG GTG AAG CAG TGC CTG TAC GAA ACT GTC AAG AGC TTG CAG	1083		
Phe Thr Pro Val Lys Gln Cys Leu Tyr Glu Thr Val Lys Ser Leu Gln			
305	310	315	
GAG AAA GGC CAC CTA CCA GTC CCC TCC CCG CCG GAA GAT TCG GTG CGT	1131		
Glu Lys Gly His Leu Pro Val Pro Ser Pro Prc Glu Asp Ser Val Arg			
320	325	330	
ATT CAG GGA TGATCTTAGA TCCATCACGG TGCGCATTTG TAATCCGGAG	1180		
Ile Gln Gly			
335			
AAATGAGAGA AACATGTGGG AATTTGTTTG TACTTTCTA AGTCAAACCT GGAGATACCA	1240		
ACCCCTGAGTT CTGCATTGGA ATGGAAGTTG TCAATTGTTG CAAAAAAA AAAAAAA	1297		

(2) INFORMATION POUR LA SEQ ID NO: 14:

(i) CARACTERISTIQUES DE LA SEQUENCE:

- (A) LONGUEUR: 335 acides aminés
- (B) TYPE: acide aminé
- (D) CONFIGURATION: linéaire

(iii) TYPE DE MOLECULE: protéine

(xi) DESCRIPTION DE LA SEQUENCE: SEQ ID NO: 14:

Met Pro Val Asp Ala Leu Pro Gly Ser Gly Gln Thr Val Cys Val Thr
1 5 10 15

Gly Ala Gly Gly Phe Ile Ala Ser Trp Ile Val Lys Leu Leu Leu Glu
20 25 30

Arg Gly Tyr Thr Val Arg Gly Thr Val Arg Asn Pro Asp Asp Pro Lys
35 40 45

Asn Gly His Leu Arg Asp Leu Glu Gly Ala Ser Glu Arg Leu Thr Leu
50 55 60

Tyr Lys Gly Asp Leu Met Asp Asp Gly Ser Leu Glu Glu Ala Ile Lys
65 70 75 80

Gly Cys Asp Gly Val Val His Thr Ala Ser Pro Val Thr Asp Asp Pro
85 90 95

Glu Gln Met Val Glu Pro Ala Val Ile Gly Thr Lys Asn Val Ile Val
100 105 110

Ala Ala Ala Glu Ala Lys Val Arg Arg Val Val Phe Thr Ser Ser Ile
115 120 125

Gly Ala Val Thr Met Asp Pro Asn Arg Ala Asp Val Val Val Asp Glu
130 135 140

Ser Cys Trp Ser Asp Leu Glu Phe Cys Lys Ser Thr Lys Asn Trp Tyr
145 150 155 160

Cys Tyr Gly Lys Ala Val Ala Glu Lys Ala Ala Trp Pro Glu Gly Lys
165 170 175

Glu Arg Gly Val Asp Leu Val Val Ile Asn Pro Val Leu Val Leu Gly
180 185 190

- 65 -

Pro Leu Leu Gln Ser Thr Ile Asn Ala Ser Ile Ile His Ile Leu Lys
195 200 205

Tyr Leu Thr Gly Ser Ala Lys Thr Tyr Ala Asn Ser Val Gln Ala Tyr
210 215 220

Val His Val Lys Asp Val Ala Leu Ala His Val Leu Val Leu Glu Thr
225 230 235 240

Pro Ser Ala Ser Gly Arg Tyr Leu Cys Ala Glu Ser Val Leu His Arg
245 250 255

Gly Asp Val Val Glu Ile Leu Ala Lys Phe Phe Pro Glu Tyr Asn Val
260 265 270

Pro Thr Lys Cys Ser Asp Glu Val Asn Pro Arg Val Lys Pro Tyr Lys
275 280 285

Phe Ser Asn Gln Lys Leu Arg Asp Leu Gly Leu Glu Phe Thr Pro Val
290 295 300

Lys Gln Cys Leu Tyr Glu Thr Val Lys Ser Leu Gln Glu Lys Gly His
305 310 315 320

Leu Pro Val Pro Ser Pro Pro Glu Asp Ser Val Arg Ile Gln Gly
325 330 335

REVENDICATIONS

1. Utilisation de séquences nucléotidiques recombinantes contenant une (ou plusieurs) région(s) codante(s), cette (ces) région(s) codante(s) étant constituée(s) d'une séquence nucléotidique choisie parmi les suivantes:

- la séquence nucléotidique représentée par SEQ ID NO 1, codant pour un ARNm, cet ARNm codant lui-même pour la cinnamoyl CoA réductase (CCR) de luzerne représentée par SEQ ID NO 2,

10 - la séquence nucléotidique représentée par SEQ ID NO 3, codant pour un ARNm, cet ARNm codant lui-même pour la CCR de maïs représentée par SEQ ID NO 4,

15 - un fragment de la séquence nucléotidique représentée par SEQ ID NO 1, ou de celle représentée par SEQ ID NO 3, ce fragment codant pour un fragment de la CCR représentée par SEQ ID NO 2 ou pour un fragment de la CCR représentée par SEQ ID NO 3, respectivement, ce fragment de CCR présentant une activité enzymatique équivalente à celle des deux CCR susmentionnées,

20 - la séquence nucléotidique complémentaire de celle représentée par SEQ ID NO 1 ou SEQ ID NO 3, cette séquence complémentaire codant pour un ARNm antisens susceptible de s'hybrider avec l'ARNm codé par les séquences SEQ ID NO 1 et SEQ ID NO 3, respectivement,

25 - un fragment de la séquence nucléotidique complémentaire de celle représentée par SEQ ID NO 1 ou SEQ ID NO 3, ce fragment de séquence codant pour un ARNm antisens susceptible de s'hybrider avec l'ARNm codant lui-même pour la CCR représentée par SEQ ID NO 2, ou avec l'ARNm codant lui-même pour la CCR représentée par SEQ ID NO 4, respectivement,

30 - la séquence nucléotidique dérivée de la séquence représentée par SEQ ID NO 1 ou SEQ ID NO 3, notamment par mutation et/ou addition, et/ou suppression, et/ou substitution d'un ou plusieurs nucléotides, cette séquence dérivée codant soit pour un ARNm codant lui-même pour la CCR représentée par SEQ ID NO 2 ou SEQ ID NO 4 respectivement, ou pour un fragment ou une protéine dérivée de ces dernières, ce fragment ou protéine dérivée présentant une activité enzymatique équivalente à celle desdites CCR chez les plantes,

35 - la séquence nucléotidique dérivée de la séquence nucléotidique complémentaire susmentionnée, ou du fragment de cette séquence complémentaire tel que décrit ci-dessus, par mutation et/ou addition, et/ou suppression, et/ou substitution d'un ou plusieurs nucléotides, cette séquence

dérivée codant pour un ARNm antisens susceptible de s'hybrider avec un des ARNm susmentionnés.

pour la transformation de cellules végétales en vue de l'obtention de plantes transgéniques au sein desquelles la biosynthèse des lignines est régulée soit dans le sens d'une augmentation, soit dans le sens d'une diminution des teneurs en lignines produites, par rapport aux teneurs normales en lignines produites chez les plantes.

10 2. Séquence d'ADN, caractérisée en ce qu'elle comprend à titre de région codante:

- la séquence nucléotidique représentée par SEQ ID NO 1, codant pour un ARNm, cet ARNm codant lui-même pour la CCR représentée par SEQ ID NO 2, ou

15 - un fragment de la séquence nucléotidique susmentionnée, ce fragment codant pour un fragment de la CCR représentée par SEQ ID NO 2, ce fragment de CCR présentant une activité enzymatique équivalente à celle de la CCR susmentionnée, ou

20 - toute séquence nucléotidique dérivée de la séquence représentée par SEQ ID NO 1 susmentionnée, ou d'un fragment tel que décrit ci-dessus de cette séquence, notamment par mutation et/ou addition, et/ou suppression, et/ou substitution d'un ou plusieurs nucléotides, cette séquence dérivée codant pour un ARNm codant lui-même pour la CCR représentée par SEQ ID NO 2, ou pour une protéine dérivée de cette dernière et présentant une activité enzymatique équivalente à celle de ladite CCR chez les plantes.

25

3. Séquence d'ADN, caractérisée en ce qu'elle comprend à titre de région codante:

- la séquence nucléotidique représentée par SEQ ID NO 3, codant pour ARNm, cet ARNm codant lui-même pour la CCR représentée par SEQ ID NO 4, ou

30 - un fragment de la séquence nucléotidique susmentionnée, ce fragment codant pour un fragment de la CCR représentée par SEQ ID NO 4, ce fragment de CCR présentant une activité enzymatique équivalente à celle de la CCR susmentionnée, ou

35 - toute séquence nucléotidique dérivée de la séquence représentée par SEQ ID NO 3, susmentionnée, ou d'un fragment tel que décrit ci-dessus de cette séquence, notamment par mutation et/ou addition, et/ou suppression, et/ou substitution d'un ou plusieurs nucléotides, cette séquence dérivée codant pour un ARNm codant lui-même pour la CCR représentée par SEQ ID NO 4.

ou pour une protéine dérivée de cette dernière et présentant une activité enzymatique équivalente à celle de ladite CCR chez les plantes.

4. Séquence d'ADN, caractérisée en ce qu'elle comprend à titre de région codante:

- la séquence nucléotidique complémentaire de celle représentée par SEQ ID NO 1, cette séquence complémentaire codant pour un ARNm antisens susceptible de s'hybrider avec l'ARNm codant lui-même pour la CCR représentée par SEQ ID NO 2, à savoir l'ARNm codé par la séquence représentée par SEQ ID NO 1, ou codé par une séquence dérivée de cette dernière, telle que définie dans la revendication 2, ou

- un fragment de la séquence complémentaire susmentionnée, ce fragment de séquence codant pour un ARNm antisens susceptible de s'hybrider avec l'ARNm codant lui-même pour la CCR représentée par SEQ ID NO 2, tel que défini ci-dessus, ou

- toute séquence nucléotidique dérivée de la séquence complémentaire susmentionnée, ou du fragment de cette séquence complémentaire tel que décrit ci-dessus, notamment par mutation et/ou addition, et/ou suppression, et/ou substitution d'un ou plusieurs nucléotides, cette séquence dérivée codant pour un ARNm antisens susceptible de s'hybrider avec l'ARNm susmentionné.

5. Séquence d'ADN, caractérisée en ce qu'elle comprend à titre de région codante:

- la séquence nucléotidique complémentaire de celle représentée par SEQ ID NO 3, cette séquence complémentaire codant pour un ARNm antisens susceptible de s'hybrider avec l'ARNm codant lui-même pour la CCR représentée par SEQ ID NO 4, à savoir l'ARNm codé par la séquence représentée par SEQ ID NO 3, ou codé par une séquence dérivée de cette dernière, telle que définie dans la revendication 3, ou

- un fragment de la séquence complémentaire susmentionnée, ce fragment de séquence codant pour un ARNm antisens susceptible de s'hybrider avec l'ARNm codant lui-même pour la CCR représentée par SEQ ID NO 4, tel que défini ci-dessus, ou

- toute séquence nucléotidique dérivée de la séquence complémentaire susmentionnée, ou du fragment de cette séquence complémentaire tel que décrit ci-dessus, notamment par mutation et/ou addition, et/ou suppression, et/ou substitution d'un ou plusieurs nucléotides, cette séquence dérivée codant pour un ARNm antisens susceptible de s'hybrider avec l'ARNm susmentionné.

- 69 -

6. ARNm codé par une séquence d'ADN selon l'une des revendications 2 à 5, et plus particulièrement:

- l'ARNm codé par la séquence d'ADN représentée par SEQ ID NO 1, ou codé par un fragment ou une séquence dérivée tels que définis dans la revendication 2. ledit ARNm étant susceptible de coder à son tour pour la CCR présente chez la luzerne, telle que représentée par SEQ ID NO 2, ou pour un fragment de cette CCR ou une protéine dérivée tels que définis dans la revendication 2.

- l'ARNm codé par la séquence d'ADN représentée par SEQ ID NO 3, ou codé par un fragment ou une séquence dérivée tels que définis dans la revendication 3. ledit ARNm étant susceptible de coder à son tour pour la CCR présente chez le maïs, telle que représentée par SEQ ID NO 4, ou pour un fragment de cette CCR ou une protéine dérivée tels que définis dans la revendication 3.

7. ARNm antisens, caractérisé en ce qu'il comprend des nucléotides complémentaires de la totalité ou d'une partie seulement des nucléotides constituant un ARNm selon la revendication 6, et en ce qu'il est susceptible de s'hybrider avec ce dernier.

8. CCR telle que présente dans les cellules de luzerne ou de maïs, et représentée par SEQ ID NO 2 ou SEQ ID NO 4 respectivement, ou toute protéine dérivée de ces dernières, notamment par addition, et/ou suppression, et/ou substitution d'un ou plusieurs acides aminés, ou tout fragment issu desdites CCR ou de leurs séquences dérivées, lesdits fragments et séquences dérivées étant susceptible de posséder une activité enzymatique équivalente à celle des CCR susmentionnées.

9. Séquences nucléotidiques codant pour les CCR représentées par SEQ ID NO 2 ou SEQ ID NO 4, ou toute séquence dérivée ou fragment de ces dernières, selon la revendication 8. lesdites séquences nucléotidiques étant caractérisées en ce qu'elles correspondent à tout ou partie des séquences représentées par SEQ ID NO 1 ou SEQ ID NO 3 respectivement, ou à toute séquence dérivée de ces dernières par dégénérescence du code génétique, et étant néanmoins susceptibles de coder pour une CCR ou séquence dérivée ou fragment de cette dernière, tels que définis dans la revendication 8.

10. Complexes formés entre un ARNm antisens selon la revendication 7, et un ARNm selon la revendication 6.

5 **11.** Séquence nucléotidique recombinante, caractérisée en ce qu'elle comprend au moins une séquence d'ADN selon l'une des revendications 2 et 3, susceptible de coder pour un ARNm lui-même susceptible de coder pour une CCR chez les plantes, ladite séquence selon l'une des revendications 2 et 3 étant insérée dans une séquence hétérologue.

10 **12.** Séquence nucléotidique recombinante, caractérisée en ce qu'elle comprend au moins une séquence d'ADN complémentaire selon l'une des revendications 4 et 5, insérée dans une séquence hétérologue, ladite séquence d'ADN complémentaire codant pour un ARNm antisens susceptible de s'hybrider avec l'ARNm codant pour une CCR chez les plantes.

15 **13.** Séquence nucléotidique recombinante selon la revendication 11 ou la revendication 12, caractérisé en ce qu'elle comprend les éléments nécessaires pour réguler l'expression de la séquence nucléotidique selon l'une des revendications 2 et 3, ou de sa séquence complémentaire selon l'une des revendications 4 et 5, notamment un promoteur et un terminateur de la transcription de ces séquences, et le cas échéant, au moins une séquence d'ADN codant pour tout ou partie d'une autre enzyme que la CCR, qui se trouve être impliquée dans une étape de biosynthèse des lignines chez les plantes, notamment l'ARNm codant lui-même pour l'alcool cinnamylique deshydrogénase (CAD), ou au moins une séquence codant pour tout ou partie de l'ARNm antisens susceptible de s'hybrider avec l'ARNm susmentionné, notamment avec l'ARNm codant pour la CAD.

20 **14.** Vecteur recombinant caractérisé en ce qu'il comprend une séquence nucléotidique recombinante selon l'une des revendications 11 à 13, intégrée dans l'un de ses sites de son génome non essentiels pour sa réPLICATION.

30

35 **15.** Procédé de régulation de la biosynthèse de lignines chez les plantes, soit par diminution, soit par augmentation des teneurs en lignines produites, par rapport aux teneurs normales en lignines produites chez des plantes, ledit procédé comprenant une étape de transformation de cellules de ces plantes à l'aide d'un vecteur selon la revendication 14.

16. Procédé de diminution de la biosynthèse de lignine chez les plantes, et donc de diminution des teneurs en lignines produites par rapport aux teneurs normales en lignines produites chez les plantes, caractérisé en ce qu'il est effectué par transformation du génome de ces plantes, en y incorporant:

5 - au moins une séquence d'ADN selon l'une des revendications 4 et 5,
- et, le cas échéant, au moins une séquence d'ADN codant pour tout ou partie d'un ARNm antisens capable de s'hybrider à un ARNm codant pour une autre enzyme que la CCR, qui se trouve être impliquée dans une étape de la biosynthèse des lignines chez les plantes, notamment l'ARNm codant pour la CAD.

10 ladite transformation étant réalisée:

15 - soit à l'aide d'un vecteur recombinant selon la revendication 14, contenant une séquence nucléotidique recombinante selon la revendication 12 ou la revendication 13.

20 - soit à l'aide de plusieurs vecteurs recombinants dont l'un au moins contient une séquence nucléotidique recombinante selon la revendication 12, tandis que l' (ou les) autre(s) vecteur(s) recombinant(s) contien(nen)t une séquence d'ADN codant pour un ARNm antisens capable de s'hybrider à un ARNm codant pour une autre enzyme que la CCR, telle que définie ci-dessus.

25 17. Procédé de diminution de la biosynthèse de lignine chez les plantes, et donc de diminution des teneurs en lignines produites par rapport aux teneurs normales en lignines produites chez les plantes, caractérisé en ce qu'il est effectué par transformation du génome de ces plantes, en y incorporant:

30 - au moins une séquence d'ADN selon la revendication 2 et 3,
- et, le cas échéant, au moins une séquence d'ADN codant pour tout ou partie d'une autre enzyme que la CCR, qui se trouve être impliquée dans une étape de la biosynthèse des lignines chez les plantes, notamment une séquence d'ADN codant pour tout ou partie de la CAD,

35 ladite transformation étant réalisée:

35 - soit à l'aide d'un vecteur recombinant selon la revendication 14, contenant la séquence nucléotidique recombinante selon la revendication 11 ou la revendication 13,

40 - soit à l'aide de plusieurs vecteurs recombinants dont l'un au moins contient une séquence nucléotidique recombinante selon la revendication 11, tandis que l' (ou les) autre(s) vecteur(s) recombinant(s) contien(nen)t une séquence d'ADN codant pour tout ou partie d'une enzyme autre que la CCR, telle que définie ci-dessus.

5 **18.** Procédé d'augmentation de la biosynthèse de lignine chez les plantes, et donc d'augmentation des teneurs en lignines produites par rapport aux teneurs normales en lignines produites chez les plantes, caractérisé en ce qu'il est effectué par transformation du génome de ces plantes, en y incorporant:

10 - au moins une séquence d'ADN selon l'une des revendications 2 et 3,
 - et, le cas échéant, au moins une séquence d'ADN codant pour une autre enzyme que la CCR, qui se trouve être impliquée dans une étape de la biosynthèse des lignines chez les plantes, notamment une séquence d'ADN codant pour la CAD,

15 ladite transformation étant réalisée:

 - soit à l'aide d'un vecteur recombinant selon la revendication 14, contenant la séquence nucléotidique recombinante selon la revendication 11 ou la revendication 13.

20 - soit à l'aide de plusieurs vecteurs recombinants dont l'un au moins contient une séquence nucléotidique recombinante selon la revendication 11, tandis que l' (ou les) autre(s) vecteur(s) recombinant(s) contien(nen)t une séquence d'ADN codant pour tout ou partie d'une enzyme autre que la CCR, telle que définie ci-dessus.

25

19. Plantes ou fragments de plantes, notamment cellules, fruits, semences, pollen, transformés par incorporation dans leur génome d'au moins une séquence nucléotidique selon l'une des revendications 2 à 5.

30

20. Polypeptides recombinants, notamment CCR recombinantes représentées par SEQ ID NO 2 ou SEQ ID NO 4, tels qu'obtenus par transformation de cellules végétales en intégrant de façon stable dans leur génome, une séquence nucléotidique recombinante selon l'une des revendications 11 à 13, notamment à l'aide d'un vecteur selon la revendication 14.

35

CCR

(12297 bps)

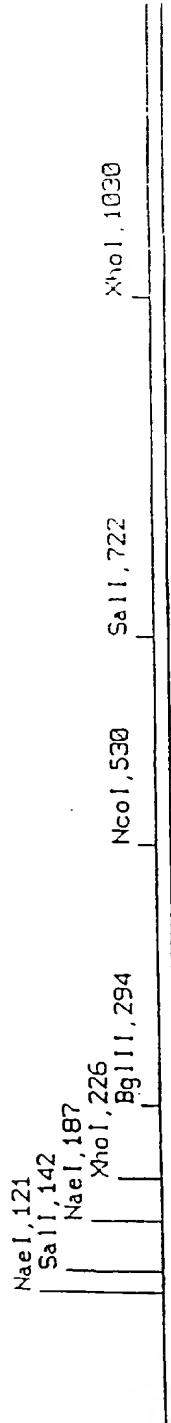


Figure 1

2/1:

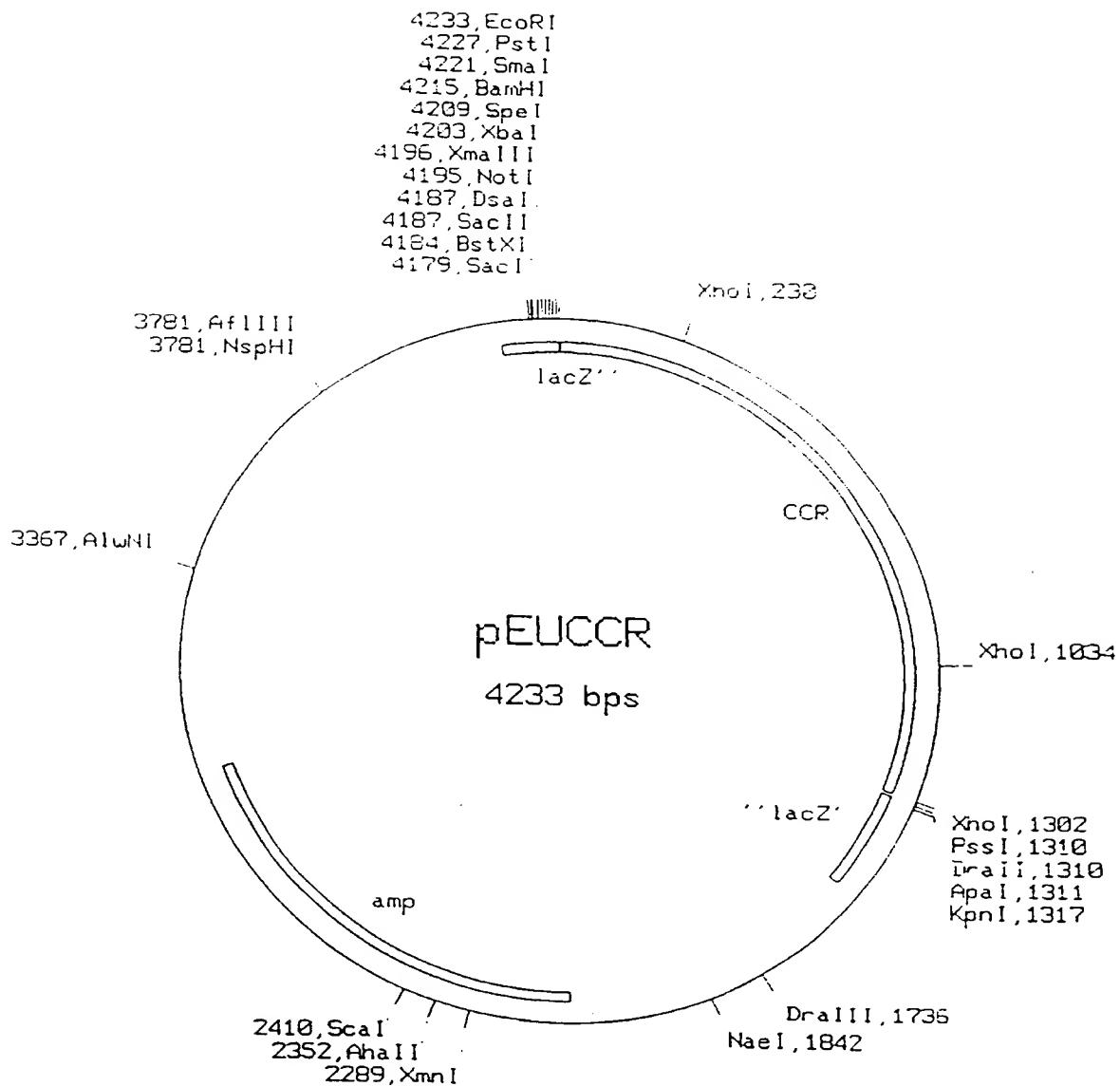


Figure 2

3/4

Construction d'un vecteur CCR sens

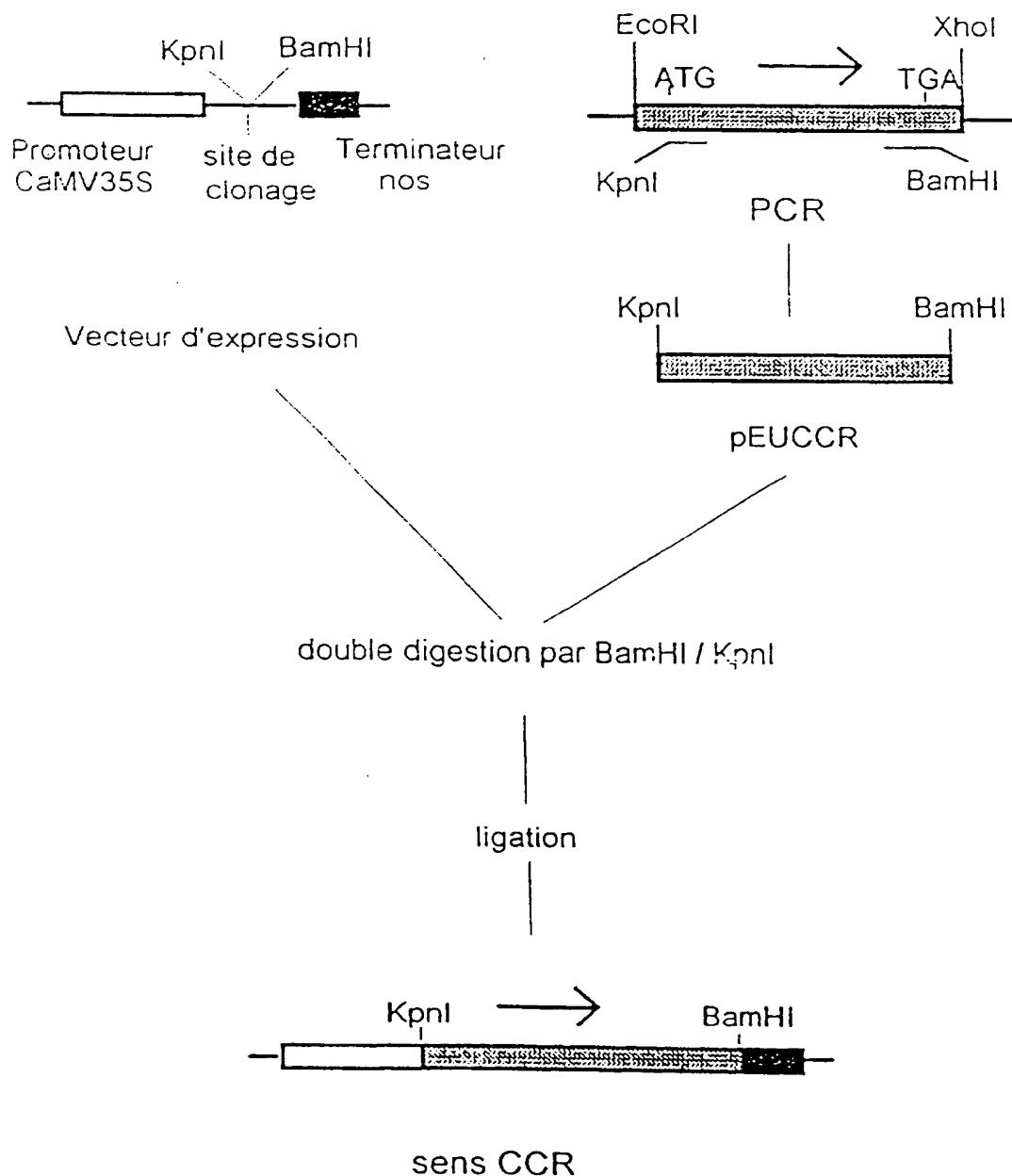


Figure 3

Construction d'un vecteur CCR antisens

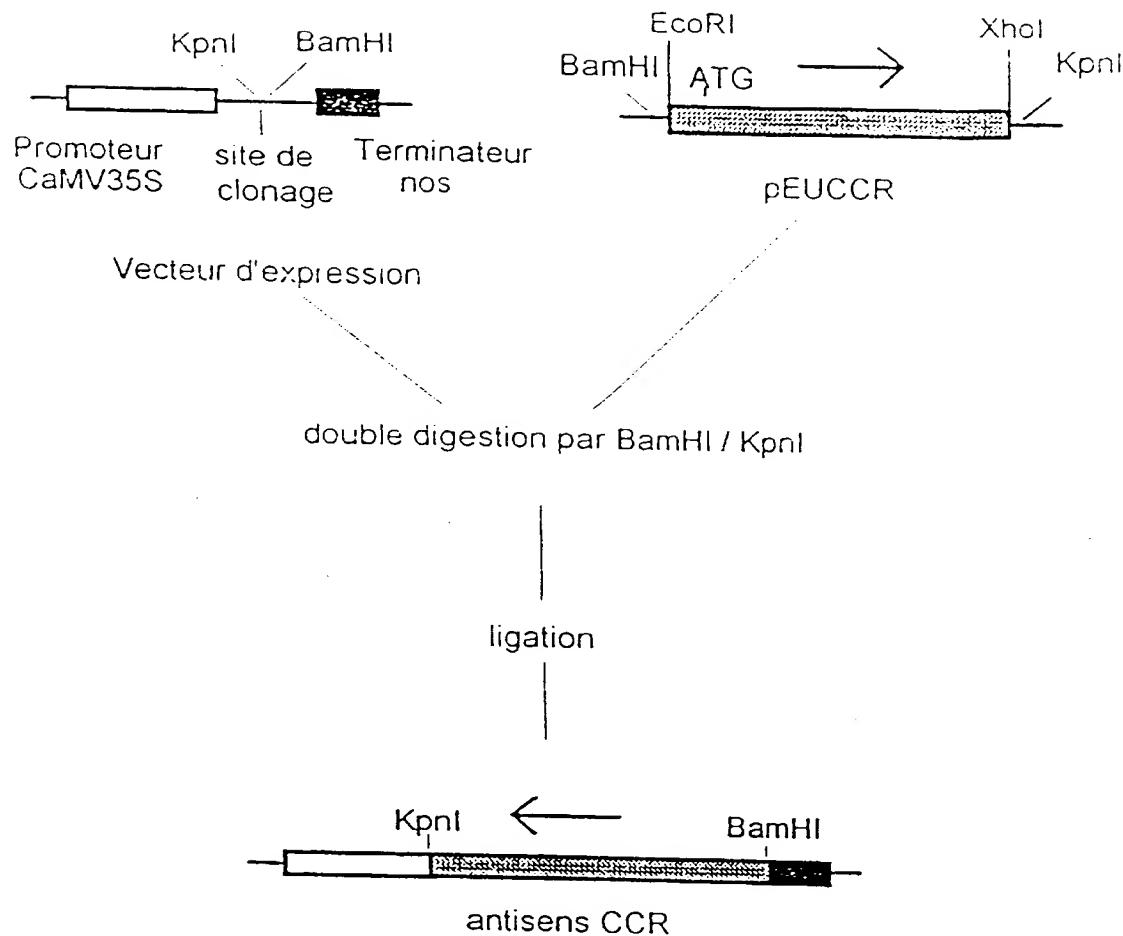


Figure 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 96/01544

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 6 C12N15/53 C12N15/11 C12N15/82 C12N9/02. A01H5/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 C12N A01H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	THEORETICAL AND APPLIED GENETICS, vol. 87, no. 8, pages 1006-1015, XP002006034 CARRON, T.R., ET AL.: "GENETIC MODIFICATION OF CONDENSED TANNIN BIOSYNTHESIS IN LOTUS CORNICULATUS.1. HETEROLOGOUS ANTISENSE DIHYDROFLAVONOL REDUCTASE DOWN-REGULATES TANNIN ACCUMULATION IN "HAIRY ROOT" CULTURES" see the whole document ---	4,5,7, 12,14,19
X	BULL. LIASON - GROUPE POLYPHENOLS, vol. 16(PT. 2), pages 295-300, XP002006035 ROBBINS, M.P., ET AL.: "MANIPULATION OF CONDENSED TANNIN BIOSYNTHESIS IN FORAGE LEGUMES" see page 296 ---	4,5,7, 12,14,19

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *'A' document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *'E' earlier document but published on or after the international filing date
- *'L' document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *'O' document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *'P' document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

*'T' later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

*'X' document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

*'Y' document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

*'&' document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

20 February 1997

07.03.97

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patendaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (- 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax (- 31-70) 340-3016

Authorized officer

Maddox, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 96/01544

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
O,X	J. CELL. BIOCHEM. SUPPL., vol. 17A, page 26 XP002006036 CAMPBELL, M.M., ET AL.: "Hydroxycinnamoyl-coA reductase from Eucalyptus. Molecular analysis of a key control point of lignification" * abstract A 305 * & KEYSTONE SYMPOSIUM ON THE EXTRACELLULAR MATRIX OF PLANTS: MOLECULAR, CELLULAR AND DEVELOPMENTAL BIOLOGY, SANT FE, NEW MEXICO, USA, JANUARY 9-15, 1993., ---	8
X	NEW PHYTOLOGIST 129 (2). 1995. 203-236., XP002006037 BOUDET A M ET AL: "Tansley review no. 80: Biochemistry and molecular biology of lignification." see page 221	8,9
X	PLANT PHYSIOLOGY (ROCKVILLE) 106 (2). OCTOBRE 1994. 625-632., XP002006038 GOFFNER D ET AL: "Purification and characterization of cinnamoyl-coenzyme A:NADP oxidoreductase in Eucalyptus gunnii." see the whole document	8
O,P, X	ABSTR.PAP.AM.CHEM.SOC.;(1996) 211 MEET., PT.1, CHED274 DEN: ACSRAL ISSN: 0065-7727 1TH ACS NATIONAL MEETING, NEW ORLEANS, LA, 24-28 MARCH, 1996., XP000618488 BOUDET A M: "Genes involved in monolignol biosynthesis and their manipulation for tailoring new lignins" see abstract	1,4,5,7, 12,14,19
P,X	WO 95 27790 A (CENTRE NAT RECH SCIENT ;BOUDET ALAIN (FR); PETTENATI JACQUELINE (F) 19 October 1995 see the whole document	1,3,5-20
X	EMBL SEQUENCE DATABASE. REL. 43. ACCESSION NO. D46598. 9-MAR-1995., XP002025776 SASAKI, T., ET AL.: "Rice cDNA, partial sequence (S11367-1A)" see sequence	4,5,7
X	EMBL SEQUENCE DATABASE. REL. 42. ACCESSION NO. T41765. 31-JAN-1995, XP002025777 NEWMAN, T., ET AL.: "10346 Arabidopsis thaliana cDNA clone 67E6T7" see sequence	4,5,7

	-/-	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

National Application No

PCT/FR 96/01544

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PLANT PHYSIOLOGY, vol. 96, 1991, pages 577-583, XP002025778 LAGRIMINI, L.M.: "Wound-induced deposition of polyphenols in transgenic plants overexpressing peroxidase" see the whole document ---	18
A	WO 93 05159 A (ICI) 18 March 1993 see the whole document ---	1-20
A	EP 0 155 872 A (CNRS) 25 September 1985 see page 3, line 11 - line 17 see page 24, line 20 - line 22 -----	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 96/01544

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
WO-A-9527790	19-10-95	FR-A-	2718460	13-10-95
		AU-A-	2347295	30-10-95
		CA-A-	2185334	19-10-95
		EP-A-	0755449	29-01-97
		ZA-A-	9502980	11-01-96
-----	-----	-----	-----	-----
WO-A-9305159	18-03-93	AU-B-	669106	30-05-96
		AU-A-	1658192	05-04-93
		BR-A-	9205934	05-07-94
		CA-A-	2109222	27-10-92
		EP-A-	0584117	02-03-94
		JP-T-	6509465	27-10-94
		US-A-	5451514	19-09-95
-----	-----	-----	-----	-----
EP-A-0155872	25-09-85	FR-A-	2559646	23-08-85
		JP-A-	60193903	02-10-85
-----	-----	-----	-----	-----

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

mande Internationale No

PCT/FR 96/01544

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
 CIB 6 C12N15/53 C12N15/11 C12N15/82 C12N9/02 A01H5/00

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 6 C12N A01H

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porte la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	THEORETICAL AND APPLIED GENETICS, vol. 87, no. 8, pages 1006-1015, XP002006034 CARRON, T.R., ET AL.: "GENETIC MODIFICATION OF CONDENSED TANNIN BIOSYNTHESIS IN LOTUS CORNICULATUS.1. HETEROLOGOUS ANTISENSE DIHYDROFLAVONOL REDUCTASE DOWN-REGULATES TANNIN ACCUMULATION IN "HAIRY ROOT" CULTURES" voir le document en entier ---	4,5,7, 12,14,19
X	BULL. LIASON - GROUPE POLYPHENOLS, vol. 16(PT. 2), pages 295-300, XP002006035 ROBBINS, M.P., ET AL.: "MANIPULATION OF CONDENSED TANNIN BIOSYNTHESIS IN FORAGE LEGUMES" voir page 296 ---	4,5,7, 12,14,19 -/-

Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- 'A' document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- 'E' document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- 'L' document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- 'O' document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- 'P' document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- 'T' document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- 'X' document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- 'Y' document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- '&' document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

20 Février 1997

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

07.03.97

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax (+ 31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Maddox, A

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

mande Internationale No

PCT/FR 96/01544

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
0,X	J. CELL. BIOCHEM. SUPPL., vol. 17A, page 26 XP002006036 CAMPBELL, M.M., ET AL.: "Hydroxycinnamoyl-coA reductase from Eucalyptus. Molecular analysis of a key control point of lignification" * abrégé A 305 * & KEYSTONE SYMPOSIUM ON THE EXTRACELLULAR MATRIX OF PLANTS: MOLECULAR, CELLULAR AND DEVELOPMENTAL BIOLOGY, SANT FE, NEW MEXICO, USA, JANUARY 9-15, 1993., ---	8
X	NEW PHYTOLOGIST 129 (2). 1995. 203-236., XP002006037 BOUDET A M ET AL: "Tansley review no. 80: Biochemistry and molecular biology of lignification." voir page 221	8,9
X	PLANT PHYSIOLOGY (ROCKVILLE) 106 (2). OCTOBRE 1994. 625-632., XP002006038 GOFFNER D ET AL: "Purification and characterization of cinnamoyl-coenzyme A:NADP oxidoreductase in Eucalyptus gunnii." voir le document en entier	8
0,P, X	ABSTR.PAP.AM.CHEM.SOC.;(1996) 211 MEET., PT.1, CHED274 DEN: ACSRAL ISSN: 0065-7727 1TH ACS NATIONAL MEETING, NEW ORLEANS, LA, 24-28 MARCH, 1996., XP000618488 BOUDET A M: "Genes involved in monolignol biosynthesis and their manipulation for tailoring new lignins" see abstract	1,4,5,7, 12,14,19
P,X	WO 95 27790 A (CENTRE NAT RECH SCIENT ;BOUDET ALAIN (FR); PETTENATI JACQUELINE (F) 19 Octobre 1995 voir le document en entier	1,3,5-20
X	EMBL SEQUENCE DATABASE. REL. 43. ACCESSION NO. D46598. 9-MAR-1995., XP002025776 SASAKI, T., ET AL.: "Rice cDNA, partial sequence (S11367-1A)" see sequence	4,5,7
X	EMBL SEQUENCE DATABASE. REL. 42. ACCESSION NO. T41765. 31-JAN-1995, XP002025777 NEWMAN, T., ET AL.: "10346 Arabidopsis thaliana cDNA clone 67E6T7" see sequence	4,5,7

	-/-	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Recherche Internationale No

PCT/FR 96/01544

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	PLANT PHYSIOLOGY, vol. 96, 1991, pages 577-583, XP002025778 LAGRIMINI, L.M.: "Wound-induced deposition of polyphenols in transgenic plants overexpressing peroxidase" voir le document en entier ---	18
A	WO 93 05159 A (ICI) 18 Mars 1993 voir le document en entier ---	1-20
A	EP 0 155 872 A (CNRS) 25 Septembre 1985 voir page 3, ligne 11 - ligne 17 voir page 24, ligne 20 - ligne 22 -----	1-20

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux familles de brevets

Recherche Internationale No

T/FR 96/01544

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
WO-A-9527790	19-10-95	FR-A- 2718460 AU-A- 2347295 CA-A- 2185334 EP-A- 0755449 ZA-A- 9502980		13-10-95 30-10-95 19-10-95 29-01-97 11-01-96
WO-A-9305159	18-03-93	AU-B- 669106 AU-A- 1658192 BR-A- 9205934 CA-A- 2109222 EP-A- 0584117 JP-T- 6509465 US-A- 5451514		30-05-96 05-04-93 05-07-94 27-10-92 02-03-94 27-10-94 19-09-95
EP-A-0155872	25-09-85	FR-A- 2559646 JP-A- 60193903		23-08-85 02-10-85